

Untersuchungen an Röntgenaufnahmen über
Altersveränderungen und Geschlechtsunterschiede
am Unterkiefer und seine Beziehung zum
Gesichtsskelett unter besonderer Berücksichtigung
der Methode Schwarz

von

WOLFGANG OETTINGER

1961



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555223_0039

Aus dem Institut für Anthropologie und Humangenetik der Universität München

Vorstand: Professor Dr.med.et phil. K. Saller

UNTERSUCHUNGEN AN RÖNTGENAUFNAHMEN ÜBER ALTERSVERÄN-
DERUNGEN UND GESCHLECHTSUNTERSCHIEDE AM UNTERKIEFER
UND SEINE BEZIEHUNG ZUM GESICHTSSKELETT UNTER BESON-
DERER BERÜCKSICHTIGUNG DER

METHODE SCHWARZ

INAUGURAL - DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Wolfgang Oettinger

aus

München

1961



Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. K. Saller

Mitberichterstatter: Prof. Dr. B. Romeis

Dekan: Prof. Dr. Dr. H. Eyer

Tag der mündlichen Prüfung: 7. März 1961

D i s p o s i t i o n

I.) Einleitung

II.) Wachstum des Unterkiefers

- 1) Wachstumsbegriff
- 2) Ort der Wachstumsvorgänge am Unterkiefer
- 3) Embryonale Entwicklung der Kiefer
- 4) Einflüsse auf das Kieferwachstum im Ablauf des Lebens
 - a) Selbstdifferenzierung
(genetische Grundlagen, innere Sekretion)
 - b) Funktionelle Reize

III.) Eigene Untersuchungen

- 1) Untersuchungsmaterial
- 2) Methode
 - A) Aufnahmegerät und Technik,
Einstellgerät,
Röntgenmaterial.
 - B) Auswertung der Röntgenbilder nach Prof. A.M. SCHWARZ
und eigene Ergänzung.
- 3) Statistische Analyse.
- 4) Beschreibung der Untersuchungsergebnisse,
- 5) Untersuchungsergebnisse im Vergleich mit schon vorliegenden Arbeiten,
- 6) Zusammenfassung,
- 7) Anhang (statistische Berechnung).

Meiner lieben Mutter gewidmet.

I.) Einleitung

Die Frage des Unterkieferwachstums ist für die Wissenschaft und für die ärztliche Praxis interessant. Im Rahmen der wissenschaftlichen Untersuchungen ergaben sich so Vergleiche zwischen phylogenetischer und ontogenetischer Entwicklung der Kiefer wie wir sie z.B. zusammenfassend bei SCHURICHT finden. Die ärztliche Praxis interessiert sich für die Frage des Unterkieferwachstums hauptsächlich im Rahmen der Kieferorthopädie. Daher stammen die meisten zur Verfügung stehenden Röntgenbilder, die bis zu einem gewissen Grad Aufschluß über die Kieferentwicklung geben können, von pathologischen Fällen. Es fehlt aber weitgehend an Vergleichsmaterial aus der Durchschnittsbevölkerung. Zum Vergleich einzelner Individuen oder Menschengruppen miteinander ist jedoch die Kenntnis der "Norm" für jedes Lebensalter unter Berücksichtigung der Geschlechtsunterschiede und der Unterschiede zwischen Populationen unerlässlich. Hierbei entsteht die Frage was ist "Norm"? Es muss betont werden, daß jedes Individuum eine Individualnorm hat, die bei pathologischen Fällen gestört ist und eine Behandlung erfordert; um aber für die Praxis zu einer Orientierung zu kommen, ist die statistische Norm unerlässlich. SALLER bringt hierüber folgende Definition: Nach der statistischen Norm wird als normal der Durchschnitt bezeichnet wobei dieser Durchschnitt zugleich durch eine bestimmte Häufigkeitsverteilung gekennzeichnet wird. "Normales Wachstum kann als Zeichen einer normalen Entwicklung und eines normalen allgemeinen Gesundheitszustandes angesehen werden und Störungen im Wachstum deuten auf Veränderungen hin, die rechtzeitig erkannt werden müssen (MARTIN).

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, einen Beitrag zur Frage des Unterkieferwachstums unter Zuhilfenahme von Fernröntgenbildern zu liefern.

II.) Wachstum des Unterkiefers

1.) Wachstumsbegriff

Zu Beginn der vorliegenden Arbeit erscheint es erforderlich, den Begriff Wachstum zu erörtern. Von FRIEDENTHAL wird das Wachstum definiert als die "art-spezifische korelative Vermehrung der Körpermaße in bestimmten Zeitabständen, als die im morphologischen und chemischen Sinne artgemäße Annäherung an die endgültige Körperform des in Betracht kommenden Organismus". SCHMIDHUBER schreibt hierüber "die Entwicklung eines Organs oder Organismus ist aufs Engste verbunden mit der Vergrößerung des durch die Anlage Gegebenen", also abhängig von der Volumenzunahme. Aus der Selbstdifferenzierung und der Volumenvergrößerung ergibt sich die primäre Entfaltung eines Organs, für die vorzugsweise die im Keimplasma vererbten Gestaltungspotenzen in Betracht zu ziehen sind. Über das Wesen und den Begriff des physiologischen Wachstums, das vorhin einfach als Volumenzunahme bezeichnet wurde, gibt es verschiedene nicht ganz eindeutige Definitionen. In einem Vortrage über "Wachstum und Wachstumsstörungen" faßt CEELLEN diesen Begriff klar und erschöpfend in dem Satz zusammen: "Vielleicht könnte man Wachstum als Zunahme an physiologischer vollwertiger Substanz definieren". Bei RÜSSLE finden wir, "Wachstum ist Zunahme durch Ansatz von strukturell und funktionell vollwertiger lebender Masse". HERXHEIMER schließlich versteht unter Wachstum "Zunahme an Gewebsbestandteilen an Größe und Zahl".

Sehr klar und ausführlich erscheint mir die Definition von CAMERER, sie lautet: "Unter Wachstum im engeren Sinne verstehen wir diejenigen Vorgänge im gesunden jugendlichen Körper, welche den Gesetzen der Entwicklungsgeschichte folgen, zu einer Vermehrung von Größe, Gewicht und Maße des Körpers, wie seiner einzelnen Teile führen". Für die vorliegende Arbeit ist von Wichtigkeit, daß die Definition auch für das Kieferwachstum speziell Gültigkeit hat.

2.) Ort der Wachstumsvorgänge am Unterkiefer

Bezüglich des Kieferwachstums war die Frage nach dem Ort der Wachstumsvorgänge lange Zeit ein Thema wissenschaftlicher Diskussion. Heute ist aber diese Frage im Sinne des appositionellen Wachstums weitgehend geklärt. Den Vertretern der Lehre vom interstitiellen Wachstum (RUGE, WOLFF) wird von KÖLLIKER und FRANKE ganz entschieden entgegengetreten. HÄUPL schreibt in seinem Lehrbuch "wie wir aus den einschlägigen Untersuchungen KÖLLIKERS wissen, gibt es im Knochen nur appositionelles aber kein interstitielles Wachstum. Der Knochen wächst also dadurch in die Länge, daß jeweils an den Enden des Knochens neugebildete Knochensubstanz angelagert wird. Dagegen findet zwischen den beiden Enden des Knochens kein Längenwachstum statt". Diese Tatsache hat seinerzeit KÖLLIKER durch Fütterung mit Krappwurzeln, welche den Farbstoff Alizarin enthalten und den während der Fütterung gebildeten Knochen rot färben, bewiesen.

Im Unterkiefer übernimmt der Kiefergelenkknorpel die Aufgabe der Epiphysenfuge, worauf SCHMIDHUBER hingewiesen hat. Also nur im Bereich des Gelenkknorpels ist ein Längenwachstum des Unterkiefers möglich. Die übrigen Formveränderungen, die während des Durchbruchs der bleibenden Zähne stattfinden, stellen Umbauvorgänge dar, also ein Wechselspiel von An- und Abbau, in dessen Ablauf der Unterkieferbogen seine Form verändert.

3.) Embryologische Entwicklung der Kiefer

Die Entstehung der Knochen kann entweder aus embryonalem Bindegewebe oder auf Grundlage von Knorpeln vor sich gehen. Die erstere Knochenbildung wird als Deck- oder Belegknochen bezeichnet, hieraus entwickeln sich fast alle dem Gesichtsskelett zugehörigen Knochen. Die letztere Knochenbildung wird als chondrale bezeichnet. Hierbei bildet sich aus embryonalem Bindegewebe ein Knorpel um welchen sich Knochen aufbaut, der Knorpel dient als Gerüst und geht wieder verloren.

Der Unterkiefer ist der einzig frei bewegliche Gesichtsknochen. Er entsteht als Deckknochen jederseits auf der Grundlage des Meckel'schen Knorpels. Anfänglich jederseits eine breite, wenig gebogene Platte, wird er später so ausmodelliert, daß der hintere Teil gegen den vorderen im Winkel steht. Die rechts- und linksseitige Anlage verschmelzen kurz nach der Geburt in der Mittellinie zu einem einzigen hufeisenförmigen Knochen. Den horizontal stehenden Teil nennt man Körper, Corpus mandibulae, den aufsteigenden Teil Kieferast, Ramus mandibulae (BRAUS-ELZE).

GUSTAV FRANKE bringt von G. RUGES Beschreibung eines vier- bis fünf Monate alten Fötus. Auf dem Querschnitt stellt dieser kaum 2 cm lange Kieferkörper eine halbmondförmige Figur dar, deren seitliche Ränder sich nach oben stark verjüngen und sich nach unten bis auf 0,15 cm verdicken. Der Kiefer als Ganzes stellt eine Rinne dar, im Boden der Rinne befindet sich ein für Nerven und Gefäße bestimmtes Loch, dessen Wände teilweise nur aus zartem Bindegewebe, teilweise nur aus Knochenbälkchen an den Seiten bestehen. Ganz von Knochenbälkchen umgeben ist das Loch nur in den hintersten Partien des Kiefers. Der ganze übrige Raum der Kiefferinne ist eingenommen von den Zahnsäckchen und sehr lockeren zwischen denselben sich befindenden Gewebe. Nach SCHENK entwickelt sich die Alveolarrinne zuerst im Bereich der Schneidezähne. Zur selben Zeit beginnt der Meckel'sche Knorpel zu schwinden. Neue Knorpelmassen entstehen ohne Zusammenhang an einzelnen Stellen. Es entsteht nun der Proc. condyloideus und coronoideus als accessorische Knorpelkerne, die dann durch Knochengewebe ersetzt werden (CORNING).

Um die Mitte des dritten Foetalmonats hat der Unterkiefer im Wesentlichen schon seine spätere Gestalt.

Da der Unterkiefer größtenteils aus Deckknochen des Meckel'schen Knorpels entsteht, zu Teilen aber auch aus knorpeligem Gewebe, wird er zu Recht Mischknochen genannt. Hieraus erklärt sich auch weitgehend das hier stattfindende komplizierte Wachstum.

Der Oberkiefer verknöchert als zweiter Knochen des menschlichen Skeletts etwa in der siebten Embryonalwoche. 2 bis 6 Knochenkerne sind die Ausgangspunkte, die lateral, später auch medial im embryonal bindegewebig vorgebildeten Oberkiefer erscheinen.

Die Ossifikation geht rasch vonstatten und es bilden sich bald zwei weitere Knochen, das Os incisivum, das später in seinen Alveolen die Schneidezähne trägt und das Maxillare, das die restlichen Zähne enthält. Die Maxilla bildet nach Rückbildung der lateralen Wand der knorpeligen Nasenkapsel teilweise die Nasenwand und auch den Boden der Orbita. Im vierten Foetalmonat beginnt die Kieferhöhle sich aus der medialen Wand über den Gaumenfortsatz zu bilden, hierbei geschieht eine Trennung der orbitalen und bukkalen Knochenflächen. Prämaxillare und Oberkieferfortsatz vereinigen sich wenn der Foetus etwa 30 mm lang ist.

4.) Einflüsse auf das Kieferwachstum im Ablauf des Lebens.

Die mannigfaltigen Veränderungen, denen der Unterkiefer im Laufe der Entwicklung unterliegt, gehen wohl in erster Linie aus der Selbstdifferenzierung, später aber auch weitgehend unter dem Einfluß funktioneller Bedingungen vor sich.

Die genetischen Grundlagen geben die Basis dafür, in welchem Rahmen die mechanische Beanspruchung für die Knochenarchitektur wirksam werden kann. ROUX betont, daß Generationen nötig sind, um durch funktionelle Anpassung erworbene normale Eigenschaften allmählich zu Verlust zu bringen, wenn die Funktion ausfällt. Von wichtigem Einfluß sind im einzelnen die Zahnentwicklung und der darauffolgende Zahndurchbruch.

Der Unterkiefer nimmt nie eine endgültige Form an, selbst im Greisenalter können sich z.B. durch Resorption am Alveolarfortsatz noch Umbauvorgänge abspielen.

In diesem Zusammenhang sei auch noch die Rede vom Lebensvorgänge regulierenden System der Drüsen mit innerer Sekretion,

welches das Wachstum beeinflusst. Krankhafte Reaktionen der Drüsen bedingen oft Form und Gestaltsveränderungen des Körpers. Eine äußerst wichtige Funktion hat die Hypophyse, welche zu Riesen- oder Zwergwachstum Anlaß geben kann. Das Hormon der Drüse greift direkt an den Wachstumszonen des Knochens an. (JORES)

Die Sexualhormone, welche vor der Pubertät noch ruhen, hemmen nach JORES die Produktion des Wachstumshormons im Hypophysenvorderlappen. Erst durch die Gegenwirkung dieses Hormons schwächt sich das Wachstum ab und wir finden keine regelrechten Streckungsperioden mehr.

Die Ursache für die verschiedene Rhythmik des Lebensablaufs ist neben allgemeinen Entwicklungs- und Wachstumstendenzen wahrscheinlich in den innersekretorischen Drüsen und der Verschiebung ihrer gegenseitigen Beziehungen während des Wachstums zu suchen. (SALLER)

Auf die Funktion der innersekretorischen Drüsen wirken sich Erbfaktoren aus, die das Wachstum beeinflussen. Die Manifestierung des Merkmals kann aber durch Umweltseinflüsse in die eine oder andere Richtung gelenkt werden.

Die funktionellen Reize spielen neben den Erb- und Umwelteinflüssen für den Umbau des Unterkiefers eine besondere Rolle. Wie wir bei WALDSACHS lesen, ist nach FRANKE'S Darstellung L.FICK der Erste, der den Einfluß mechanischer Kräfte auf das Wachstum der Knochen nachgewiesen hat. Er gibt an, "daß der Knochen als Passivorgan durch die Wirkung des Druckes verschwinde, wo der Muskel als Aktivorgan hinwachse und daß er sich immer nach der Seite des geringsten Widerstandes ausdehne".

ROUX spricht von Zug-, Druck- und Biegekräften, die die trophische Wirkung funktioneller Reize haben, wo hingegen Schub- und Scherkräfte zerstörend wirken.

Aus dem Obengesagtem geht hervor, wie wesentlich sich die gestaltende Kraft der Muskulatur auswirkt. Hierbei kann man zwischen einer direkten und indirekten Beeinflussung sprechen. Direkt durch den Ansatz starker Muskeln, der sich in Protuberantien und Trajektorien bemerkbar macht. Die indirekte Beein-

flussung äussert sich in der Übertragung der bei der Funktion der Gesichtsschädelmuskulatur entstehenden Kräfte, die in dem Kauakt, der Sprache und der Mimik besteht.

III.) Eigene Untersuchungen.

1. Untersuchungsmaterial

Bei der Auswahl des in Betracht kommenden Untersuchungsmaterials haben wir uns bemüht den geographischen Bereich, aus dem die untersuchten Personen stammen, nicht zu weit zu ziehen, um so eine Stichprobe aus einer wenigstens annähernd geschlossenen Population zu erhalten. Weiter war zu beachten, daß die Bißlage normal, also orthognath (Angle Klasse I) bei den einbezogenen Personen vorlag. Über die Gesamtzahl der untersuchten Kinder gibt folgende Tabelle Auskunft:

Alter in Jahren	Mädchen	Knaben	Summe
4	10	11	21
5	10	10	20
6	10	12	22
7	9	9	18
8	10	10	20
9	10	10	20
10	10	10	20
11	12	9	21
12	12	10	22

Die Gesamtzahl der untersuchten Kinder betrug 184

Zu obenstehender Tabelle ist zu sagen, daß die Gruppen jeweils Altersstufen von 6 Monate vor bis 6 Monate nach dem angegebenen Jahrestermin umfassen. So besteht z.B. die Gruppe der Vierjährigen aus Kindern im Alter von 3 Jahr 7 Monaten bis zu 4 Jahr 6 Monaten.

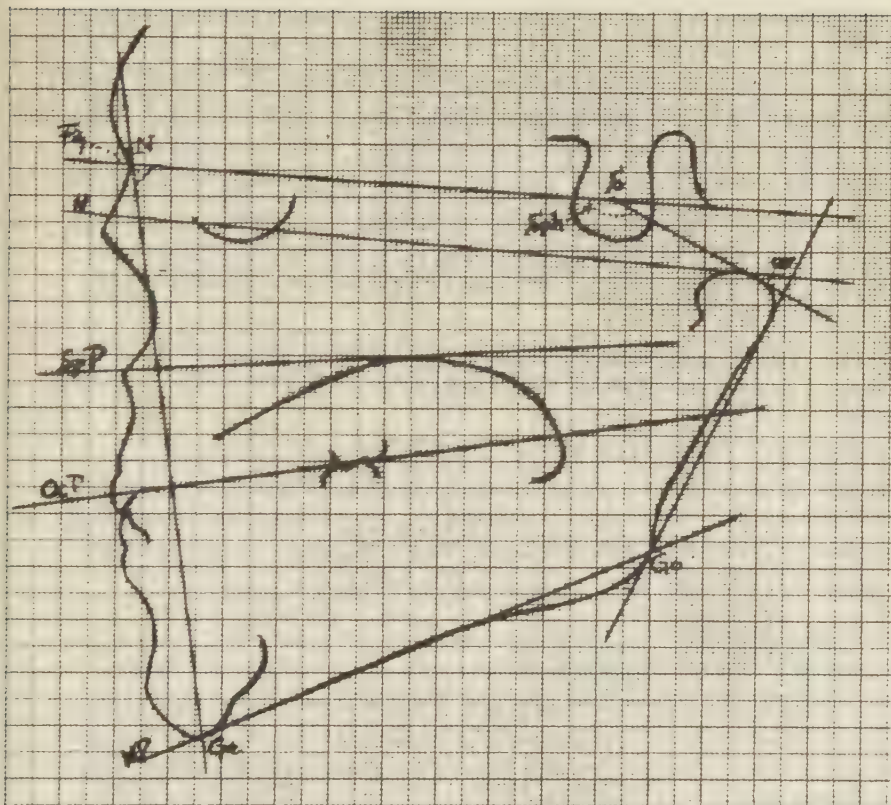
2) Methode

A) Für die vorliegende Arbeit stand zur Anfertigung der Fernröntgenaufnahmen das Einstellgerät nach Prof. KORKHAUS zur Verfügung. Die wichtigsten Bestandteile des Gerätes sind zwei Tragiazeiger und ausziehbare, in der Medianebene verlaufende Profilzeiger.

Als Röntgentalapparat wurde das Gerät Practix der Firma Philips mit 80 kv und 10 mA Leistung verwendet. Als Filmmaterial wurde der Super-Spezial-Sicherheitsfilm der Firma Agfa Leverkusen verwendet; Filmformat 13 x 18 cm, der Film-Focusabstand betrug 280 cm. x). Es wurde ein von Dr.DERICHS-

x) An dieser Stelle möchte ich es nicht versäumen, der Fa.Agfa Leverkusen für die freundliche Überlassung des Filmmaterials zu danken.

ABBILDUNG 1



WEILER ausgearbeiteter Tubus für die Anfertigung der Fernröntgenbilder in Anwendung gebracht.xx)

Dr.DERICHSWEILER schreibt im einzelnen folgendes darüber:

"Um die Röntgenstrahlen senkrecht zur Median-Sagittalebene und zur Filmkassette auszurichten, haben wir einen Tubus ausgearbeitet, der an Stelle des spitzen Röntgentubus mit einem Bajonettverschluß auf die Röntgenkugel aufgesetzt werden kann. Im Tubus befindet sich eine Lichtquelle, deren Strahlengang dem der Röntgenstrahlen entspricht. Vorn ist ein Fadenkreuz einliniert, dessen senkrechten Schatten wir mit dem der beiden Tragiazeiger des Einstellgerätes auf den Kassettenhalter zur Deckung bringen. Der Zentralstrahl fällt dann durch die Tragiaebene. Durch Parallelverschiebung der normalen Röntgenkugel - Haltevorrichtung kann er weiter nach vorn verschoben werden. Der waagerechte Schatten liegt auf der Frankfurter Horizontalen."

B) Zur Auswertung der Röntgenbilder scheint gerade die Methode nach Prof.A.M.SCHWARZ in der Praxis viel Verwendung zu finden.

Da auch die Ergebnisse dieser Arbeit Anhaltspunkte für die Praxis geben sollen, wurde die obengenannte Methode für die Auswertung des Materials übernommen. Eine wichtige Ergänzung hierzu liefert die Methode nach BJÖRK, welche in einer ähnlichen Arbeit von HOCK in Anwendung gebracht wurde.

Folgende Maße fanden Anwendung (siehe auch Abb.1)

a)Die Entfernung nasion - sella = NS (BROADBENT, BRODIE)

Das Nasion (N) ist derjenige Punkt der Nasenwurzel, der von der Mediansagittal-Ebene geschnitten wird. Im Röntgenbild erscheint dieser Meßpunkt am vorderen oberen Ende der sutura nasofrontalis. Als Meßpunkt an der Sella turcica (S) wird der Mittelpunkt der im Röntgenbild als Kreis oder Oval erscheinenden Sella verwendet. Die NS entspricht etwa der Grundebene der vorderen Grube des Hirnschädels. Von ihr aus kann u.a.die Lage des Gesichtsschädels mit dem Gebiß zum Hirnschädel beurteilt werden.

xx)Besonders danken will ich Herrn Dr.DERICHSWEILER für die großzügige zur Verfügungstellung der Röntgengeräte.

b) Die Verbindungsgerade der spina nasalis anterior - spina nasalis posterior wird als spina-planum bezeichnet (SpP). Durch sie ist die spina - Ebene gegeben. Die im Röntgenbild meist nicht sichtbare spina nasalis posterior findet man an dem höchsten Punkt des Bogens, der vom harten Gaumen und der pharyngealen Fläche des Gaumensegels gebildet wird. Die SpP entspricht dem mit dem Schädel verwachsenen Dach der Mundhöhle. Nach BRODIE verändert sich die Neigung der SpP während des Wachstums im allgemeinen nicht.

c) Die Kauebene (OcP) wird auch als occlusal - planum bezeichnet. Gebildet wird sie durch die Verbindung zwischen der Halbierung der ersten oberen Schneidezähne im Milch - wie auch im bleibenden Gebiß und der distalen Höcker der letzten in Kauhöhe stehenden Mahlzähne.

d) Zur Beurteilung der Unterkieferkörperlänge wird (nach A.M. SCHWARZ) die Unterkiefergrundebene als mandibular-planum bezeichnet, herangezogen.

BJÖRK empfiehlt für die Beurteilung der Unterkieferkörperlänge die Unterkiefertangente, wobei die protuberantia masseterica einbezogen wird. Bei Kieferverbildungen ergeben sich dadurch andere Werte, da der zähnetragende Teil vor der tuberantia masseterica endet.

Um die Länge des aufsteigenden Astes messen zu können, wird die Tangente zum aufsteigenden Ast abgenommen. (Gnathion bis Unterkieferwinkel und Winkel bis Schädelhorizontale).

e) Die Verbindungsline zwischen Sellapunkt und Gnathion (S-Ga) wird bei A.M. SCHWARZ als Y Linie erwähnt. In der vorliegenden Arbeit hat diese schon aus BROADBENTS Wachstumsschema hervorgehende Linie einen festen Platz erhalten. Weiter wurde die Verbindungsgerade Mittelpunkt Sella - Gonion (S-Go) verwendet, wobei das Gonion zeichnerisch im Schnittpunkt der den Gonionwinkel bildenden Tangenten liegt.

f) Die H-Linie (Schädelhorizontale) ist für die Kieferorthopäden an Stelle der Frankfurter Horizontalen die Verbindungsgerade von Aug- und Ohrpunkt. Der Augpunkt (Orbitalpunkt) liegt nach A.M. SCHWARZ genau eine Lidspalte unter dem ungezwungen geöffneten geradeaus blickenden Auge. Der Ohrpunkt entspricht dem

Porion der Ohrmuschel als dem obersten Punkt des knorpeligen Gehörganges.

g)Die Entfernung Nasion-Gnathion (N-Ga) gibt die Gesichtshöhe an; für den Unterkiefer kann dabei auf dieser Geraden das Teilmaß Gnathion-Occlusionsebene (Oc-Ga)abgenommen werden, hierbei ist die Verbindungsgerade eine Tangente durch den äussersten Punkt der lingualen Fläche der ersten Schneidezähne des Unterkiefers.

h)Die Strecke artikuläre-Sella (arS) findet man im Röntgenbild, wenn man den Schnittpunkt des distalen Randes des Unterkieferastes mit dem Rand des os temporale aufsucht und mit dem Sella-mittelpunkt verbindet.

i)Der Winkel zwischen NS und arS wird als Sphenoidalwinkel(Sph) bezeichnet.

k)Die Verbindungsgerade von Nasion (N) zum vorderen Ende der apikalen Basis des Oberkiefers (A) wird als NA Linie bezeichnet. Der A Punkt liegt an der tiefsten Einziehung, die von der spina nasalis anterior bei ihrem Übergang in den Zahnfachvorsprung des oberen ersten Schneidezahnes gebildet wird. (nach A.M.SCHWARZ)

l)Als Schädelgesichtswinkel (F Winkel) bezeichnet man den von den Strecken NS-NA eingeschlossenen Winkel. Die SpP und die NS schliessen ihrerseits den Schädelgebißwinkel, der auch Inklnationswinkel (J) genannt wird, ein. Als J_2 Winkel wird schließlich der von NS und H beschriebene Winkel angesehen.

m)Durch die angegebenen Punkte und Strecken verstehen sich auch die Winkel zwischen Sella - Gonion - Gnathion (S-Go-Ga) und Sella - Gnathion - Gonion (S-Ga-Go).

3) Statistische Analyse

Die statistische Auswertung des vorliegenden Materials liefert uns drei Gruppen:

1) Maße, bei denen weder eine Altersabhängigkeit noch ein geschlechtlicher Unterschied feststellbar ist, es handelt sich hierbei um Winkelmaße, im einzelnen F Winkel, Sph Winkel, Gonion-Winkel und den Winkel der von den Strecken OcP - MP eingeschlossen wird.

2) Altersabhängige Maße

a)keine Differenz in Wachstum und Größe bei Mädchen und Knaben. Hierher gehören die Strecken arS, Unterkieferast und S-Go.

b) Gleicher Wachstumstrend aber verschiedenes Niveau bei den Strecken NS-S-Gn Unterkieferkörper und Oc-Gn.

Unterschiede zwischen Altersklassen können vorliegen

1) hinsichtlich der Mittelwerte

2) hinsichtlich der Varianz.

Die Prüfung der Homogenität der Varianzen wurde mit der Methode des BARTLETT - Testes durchgeführt.

Interpretation des Testes:

Beim BARTLETT - Test ergibt sich nur in einem Falle (Sph-Winkel der Knaben) eine Überschreitungswahrscheinlichkeit, die kleiner als 5% ist. Bei Homogenität der Varianzen muß ein solches Ereignis bei der großen Anzahl der durchgeführten Teste (22) einmal vorkommen. Die statistische Analyse liefert somit für das vorliegende Material keinen Hinweis dafür, daß zwischen den einzelnen Altersklassen in den einzelnen Maßen Unterschiede in den Varianzen vorliegen.

Nachdem nun festgestellt wurde, daß Unterschiede in den Varianzen nicht vorliegen, war noch zu prüfen, ob sich hinsichtlich der Mittelwerte Altersunterschiede ergeben. Die Methode dafür waren einfache Varianzanalysen.

Ein statistisch gesicherter Unterschied zwischen den Altersklassen liegt nur dann vor, wenn die Varianz $Q.F/emp.$ in der zugehörigen Prüfferteilung eine Überschreitungswahrscheinlichkeit besitzt, die kleiner als 5% ist. Nur in diesen Fällen wurde in den Tabellen die maximale Überschreitungswahrscheinlichkeit von $F/emp.$ angegeben. Diese Überschreitungswahrscheinlichkeit entspricht der Irrtumswahrscheinlichkeit für die Behauptung, daß zwischen den Mittelwerten der Altersklassen Unterschiede vorliegen.

Es war zu prüfen, ob der Verlauf des Wachstums in erster Näherung als gradlinig angesehen werden kann. Hierzu wurde nach der "Methode der kleinsten Quadrate" die lineare Regression berechnet und geprüft, ob die Abweichung von der Linearität als zufällig angesehen werden kann. Hierzu wurde der Varianzquotient zwischen derjenigen Varianzkomponente, welche die Abweichung von der Linearität zum Ausdruck bringt, und der

Varianz innerhalb der Altersklassen gebildet. In keinem Falle besitzt dieser Varianzquotient eine Überschreitungswahrscheinlichkeit, die kleiner als 5% ist; es darf also für das vorliegende Material angenommen werden, daß ein linearer Verlauf des Wachstums bei den Maßen der Gruppe zwei vorliegt.

Unterschiede zwischen den Geschlechtern.

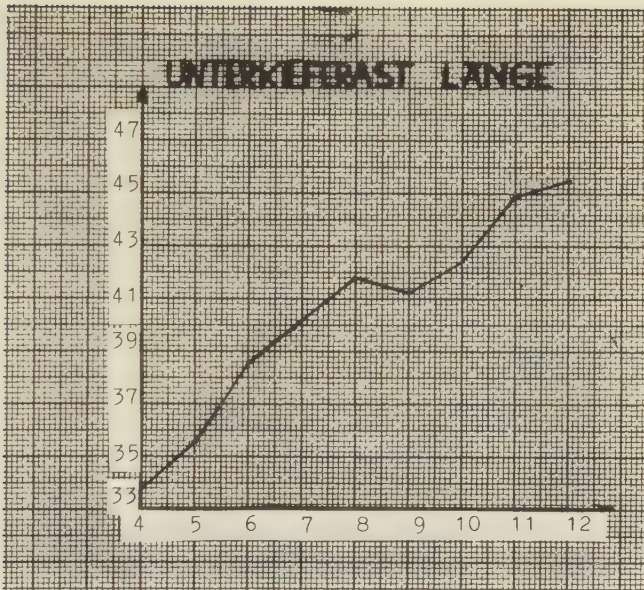
Bei denjenigen Maßen, für die keine Altersabhängigkeit festgestellt werden konnte, (Gruppe 1) muß nur geprüft werden, ob zwischen den Mittelwerten der Mädchen und Knaben Unterschiede bestehen. Diese Prüfung erfolgte wiederum mittels Varianzanalysen, bei denen das gemeinsame Verhalten der Mädchen und Knaben untersucht wurde. In keinem Falle ergab sich ein Varianzquotient, dessen Überschreitungswahrscheinlichkeit kleiner als 5% ist. Es liegt somit statistisch kein Hinweis dafür vor, daß zwischen den Geschlechtern bei den Maßen dieser Gruppe Unterschiede bestehen.

Bei der Gruppe 2 war zunächst zu prüfen, inwieweit Unterschiede zwischen den Geschlechtern hinsichtlich des Wachstumsvorganges bestehen. Es wurde geprüft, ob sich bei den Mädchen und Knaben der Wachstumsvorgang durch die gleiche lineare Regression darstellen läßt. Hierzu wurden Varianzanalysen durchgeführt, bei denen die Varianz um die gemeinsame Regression mit den Varianzen um die getrennten Regressionen verglichen wurde. Nur wenn der Varianzquotient, der zu dieser Abweichung gehört, eine Überschreitungswahrscheinlichkeit besitzt, die kleiner als 5% ist, kann als statistisch gesichert gelten, daß sich das Wachstum bei den Geschlechtern in unterschiedlicher Form vollzieht.

Es ergibt sich, daß bei den vorstehenden Maßen arS, Unterkieferast, S-Go kein Unterschied zwischen den Geschlechtern nachweisbar ist, während sich bei den Maßen NS, Oc-Gn, S-Gn und Unterkieferkörper statistisch gesicherte Unterschiede zwischen dem Verhalten der Geschlechter ergeben.

Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei den Maßen der Gruppe 2b können dadurch zustande kommen, daß entweder

ABBILDUNG 2



Durchschnittliche Zunahme der Entfernung Artikulare
Sella vom 4. bis zum 12. Lebensjahr
(männlich und weiblich zusammen)

- 1) der Wachstumstrend unterschiedlich ist oder
- 2) daß bei gleichem Wachstumstrend die absolute Größe der Maße sich unterscheiden.

Es wurde daher zunächst geprüft, ob es zulässig ist anzunehmen, daß der Unterschied zwischen den Geschlechtern ausschließlich durch Unterschiede in der absoluten Größe der Maße zu erklären, d.h. anzunehmen, daß der Wachstumstrend gleich ist.

Die Prüfung dieser Hypothese wurde mittels Varianzanalysen durchgeführt, bei denen die Abweichungen zwischen den Varianzen um die gemittelte Regression und den Varianzen um die getrennten Regressionen geprüft wurden. Der hierzu errechnete Varianzquotient F_{emp} besitzt in keinem Falle eine Überschreitungswahrscheinlichkeit, die kleiner als 5% ist. Es darf daher für das vorliegende Material angenommen werden, daß der Unterschied zwischen den Geschlechtern wesentlich ein Niveauunterschied ist, daß dagegen der Wachstumstrend gleich ist.

Die statistischen Berechnungen sind tabellarisch zusammengefaßt im Anhang beigelegt.

4) Beschreibung der Untersuchungsergebnisse

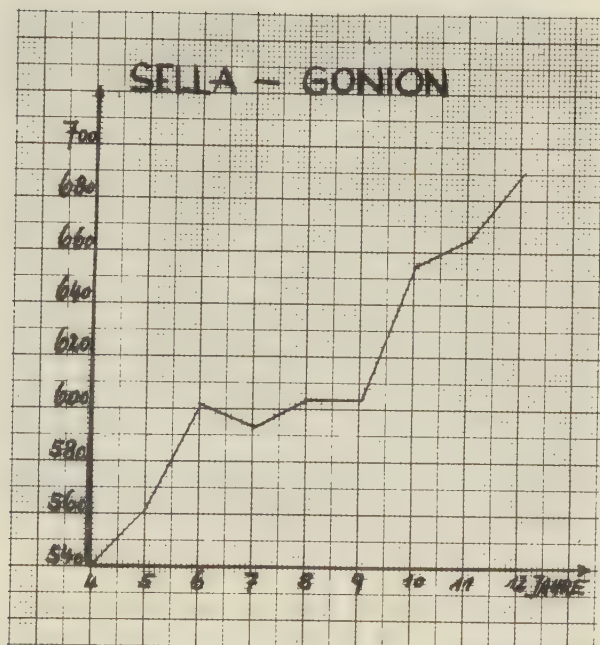
In den folgenden Ausführungen sind die Altersveränderungen der einzelnen Maße für Knaben und Mädchen zusammen jeweils graphisch dargestellt. Die geschlechtlichen Unterschiede ergeben sich aus den zusammenfassenden Tabellen am Schluß dieses Abschnitts.

- 1) Die erste Gruppe umfaßt altersabhängige Maße, bei denen keine Differenz im Wachstum und Größe sowohl bei Mädchen wie auch bei Knaben festzustellen ist.

a) An den Anfang in der Betrachtung dieser Gruppe möchte ich den Unterkieferast stellen. In der graphischen Darstellung (Abb. 2) zeigt dieses Maß eine etwa gleichmäßig ansteigende Kurve im Altersablauf. Eine geschlechtliche Differenz ist kaum feststellbar und die Werte für die Knaben liegen knapp über denen der Mädchen. Kleine Abweichungen dürften nach den Worten G. FRANKES dadurch entstehen, je nachdem ob der Zufall einem "größere oder kleinere Schädel in die Hand gespielt hat".

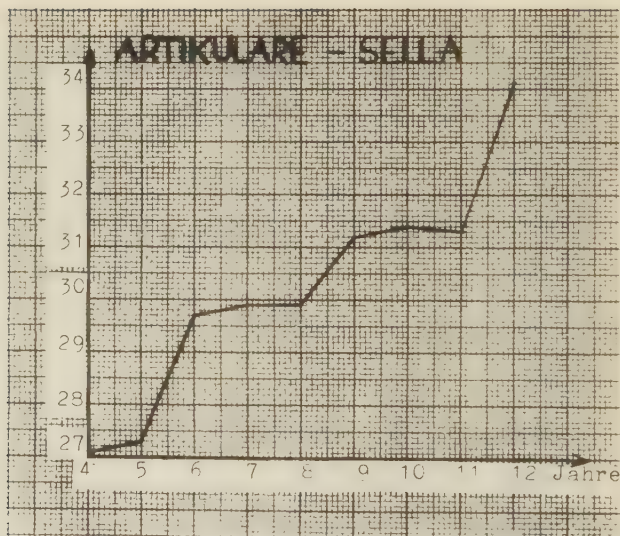
Altersabhängig sind ausserdem Maße, welche die Lageverhältnisse des Unterkiefers betreffen. Um diese Lageverhältnisse beurteilen zu können, ist es erforderlich, im Bereich des Gesichts-

ABBILDUNG 3



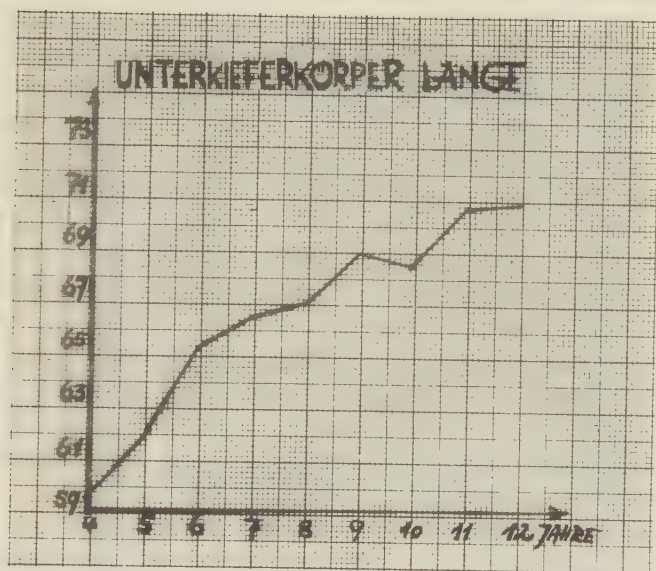
Durchschnittliche Zunahme der Entfernung
Sella-- Gonion vom 4.bis zum 12.Lebensjahr
(männlich und weiblich zusammen)

ABBILDUNG 4



Durchschnittliche Zunahme der Entfernung
 Artikulare - Sella vom 4. bis zum 12. Lebensjahr
 (männlich und weiblich zusammen)

ABBILDUNG 5



Durchschnittliche Zunahme der Unterkieferlänge
(Körper) vom 4. bis zum 12. Lebensjahr
(männlich und weiblich zusammen)

skeletts sich auf feste Anhaltspunkte zu beziehen. Aus der Vielzahl der Maße, die an Röntgenbildern abgenommen werden können, wurden für die vorliegende Arbeit etliche herangezogen; davon fallen in diese Gruppe S-Go und arS.

b) Als zweite Abmessung möchte ich mich nun der Strecke Sella-Gonion (S-Go) zuwenden (Abb.3). Wir finden ähnlich wie bei der Länge des Unterkieferastes auch hier keinen gesicherten geschlechtlichen Unterschied. Nahezu völlig gleichmäßig nimmt die Längenentwicklung zu, wobei allerdings bei den Knaben zwischen 6 und 9 Jahren und bei den Mädchen zwischen 6 und 7 Jahren eine Wachstumspause eingelegt erscheint.

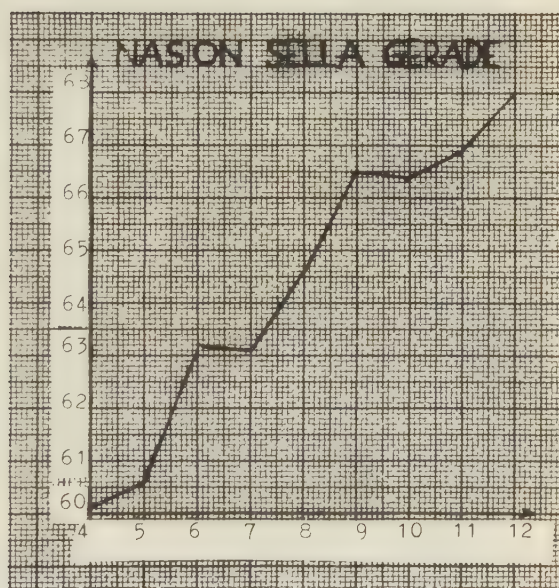
c) Die Strecke artikulare - Sella (arS) soll am Schluß dieser ersten Gruppe stehen (Abb.4). Im untersuchten Altersbereich von 4 - 12 Jahren zeigt dieses Maß eine deutliche Zunahme. Auch unter Berücksichtigung der Möglichkeit, daß die vorliegenden Untersuchungsergebnisse bei Verwendung eines größeren Materials korrigiert werden müssen, liegt auch hier ein gesicherter Geschlechtsunterschied nicht vor.

Zusammenfassend kann man über die Gruppe der altersabhängigen Maße ohne Geschlechtsunterschied, also über den Unterkieferast die Maße Sella - Gonion und artikulare - Sella sagen, daß im untersuchten Altersbereich von 4 - 12 Jahren eine deutliche Größenzunahme, aber im Durchschnitt kein statistisch gesicherter Unterschied im Wachstum und Größe bei Knaben und Mädchen feststellbar ist.

2) Die zweite Gruppe der Untersuchungsergebnisse umschließt wiederum altersabhängige Maße, wobei ein gleicher Wachstumstrend aber verschiedenes Niveau bei Knaben und Mädchen feststellbar ist.

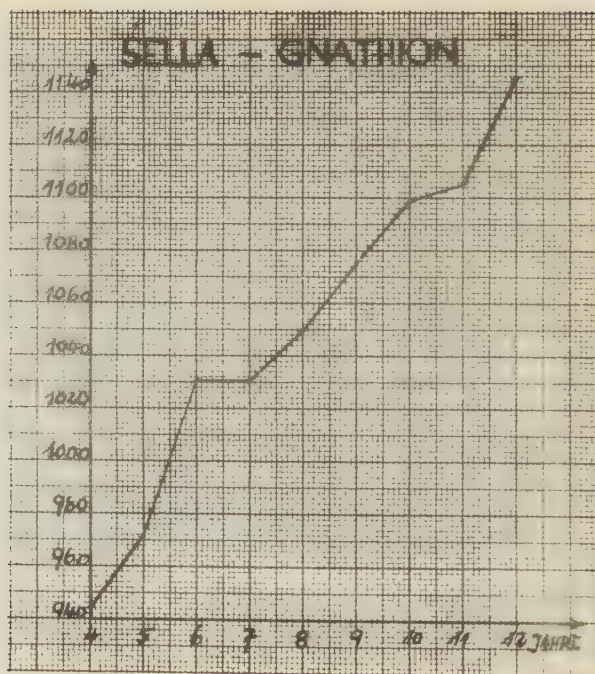
a) Das erste zu betrachtende Maß ist hier die Länge des Unterkieferkörpers (Abb.5). Dieses Maß zeigt im untersuchten Altersbereich von 4 - 12 Jahren eine deutliche Zunahme. Klar tritt der geschlechtliche Unterschied zutage und man findet, bis auf die 11-Jährigen, für die Knaben wesentlich höhere Werte als für die Mädchen. Als Ursache für die Überschneidung der Wachstumskurven bei 11-Jährigen kann möglicherweise die Tatsache herangezogen werden, daß zwei Knaben dieser Altersgruppe in

ABBILDUNG 6



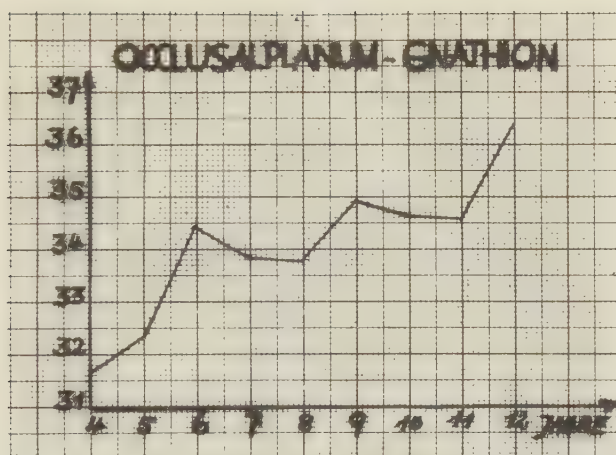
Durchschnittliche Zunahme der Unterkiefer-
astlänge vom 4. bis zum 12. Lebensjahr
(männlich und weiblich zusammen)

ABBILDUNG 7



Durchschnittliche Zunahme der Entfernung
Sella - Gnathion vom 4. bis zum 12. Lebensjahr.
(männlich und weiblich zusammen)

ABBILDUNG 8



Durchschnittliche Zunahme der Entfernung
Occlusalplanum - Gnathion vom 4. bis zum 12.
Lebensjahr. (männlich und weiblich zusammen)

der Zahnentwicklung leicht zurückgeblieben waren. Bis zum Durchbruch des 6. Jahrmolaren ist ein etwas verstärkter Wachstumsschub feststellbar.

Auch in dieser Gruppe erscheinen zur Beurteilung der Lageverhältnisse des Unterkiefers verschiedene Anhaltspunkte.

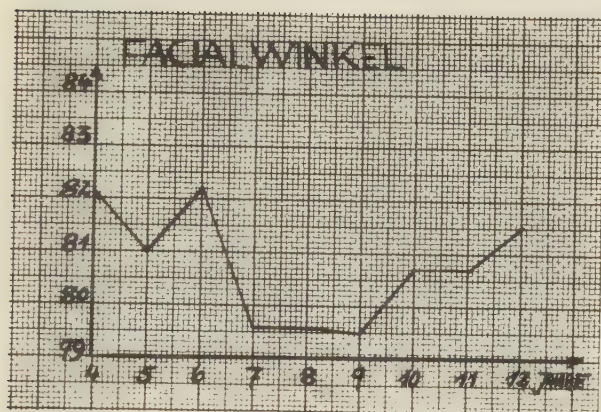
b) Das erste Maß in diesem Sinne stellt die Strecke Nasion - Sella (N - S) dar. (Abb. 6) Eine deutliche Längenzunahme im untersuchten Altersbereich von 4 bis 12 Jahren zeigt sich auch in diesem Maß. Bemerkenswert ist der geschlechtliche Unterschied, wobei die abgenommenen Werte der Mädchen gegenüber den Knaben bis zu 2,5 mm zurückbleiben. Man kann also für die NS feststellen, daß eine absolute Größenzunahme feststellbar ist, wobei der Durchschnittswert bei Knaben höher liegt als bei Mädchen.

c) Eine fast kontinuierliche Längenzunahme läßt sich auch bei der Betrachtung des Maßes Sella - Gnathion (S-Ga) erkennen. (Abb. 7) Auch hier tritt wieder ein geschlechtlicher Unterschied zutage. Die Durchschnittswerte liegen bei den Knaben bis zu 5 mm höher als bei den Mädchen. Eine Zacke in der graphischen Darstellung zwischen 5 und 7 Jahren dürfte durch die kleine Auswahl des untersuchten Materials zustande gekommen sein.

d) Bei der Untersuchung der Entwicklung des Maßes Occlusalebene - Gnathion (Oc-Gn) läßt sich für den untersuchten Altersbereich von 4 - 12 Jahren wiederum eine klar meßbare Längenzunahme nachweisen. (Abb. 8) Der geschlechtliche Unterschied ist hierbei im Alter von 4 Jahren noch gering, bis zum 6. Lebensjahr kann man bei Knaben und Mädchen eine deutliche Zunahme feststellen, wobei die männlichen Werte im Vergleich zu den weiblichen immer etwas größer werden. Nach diesem Wachstumsschub liegt zwischen 6 und 8 Jahren ein auffallender Ruhestand. Um das 8. Lebensjahr tritt besonders bei den Mädchen ein erneuter Wachstumsschub ein, während die Entwicklung bei den Knaben gleichmäßiger erfolgt.

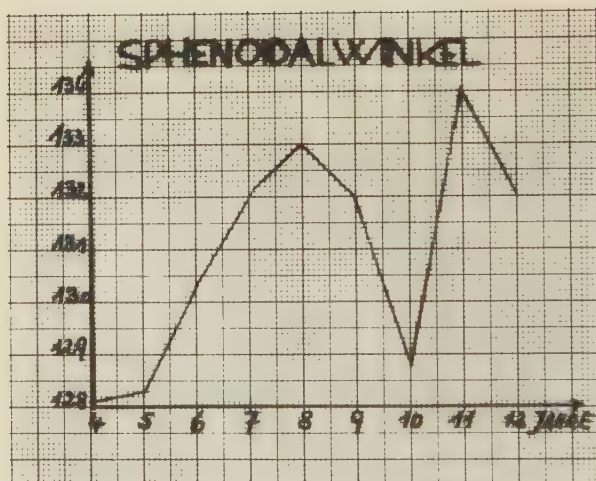
Zusammenfassend ist für die Gruppe der altersabhängigen Maße, die gleichzeitig eine Geschlechtsdifferenz zeigen, also über

ABBILDUNG 11



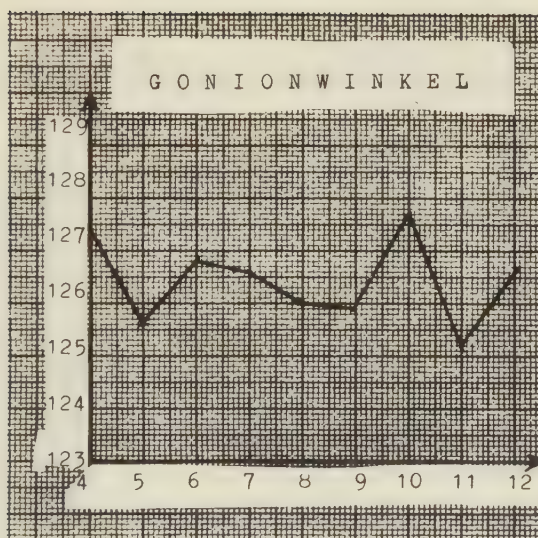
Durchschnittliche Änderung des Facialwinkels
vom 4. bis zum 12. Lebensjahr.
(männlich und weiblich zusammen)

ABBILDUNG 12



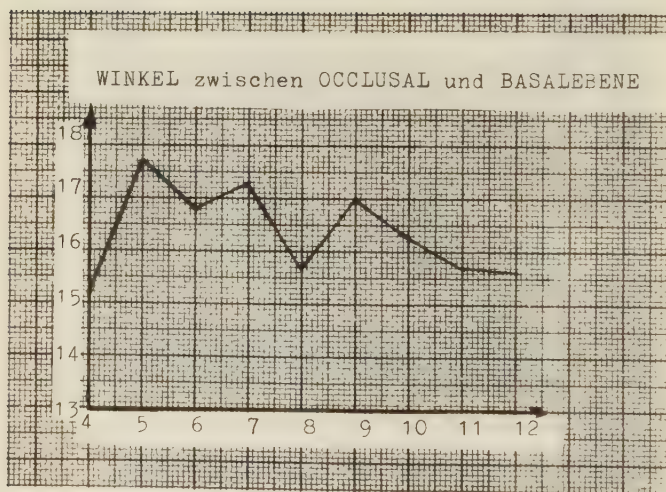
Durchschnittliche Änderung des Sphenoidalwinkels
vom 4. bis zum 12. Lebensjahr.
(männlich und weiblich zusammen)

ABBILDUNG 13

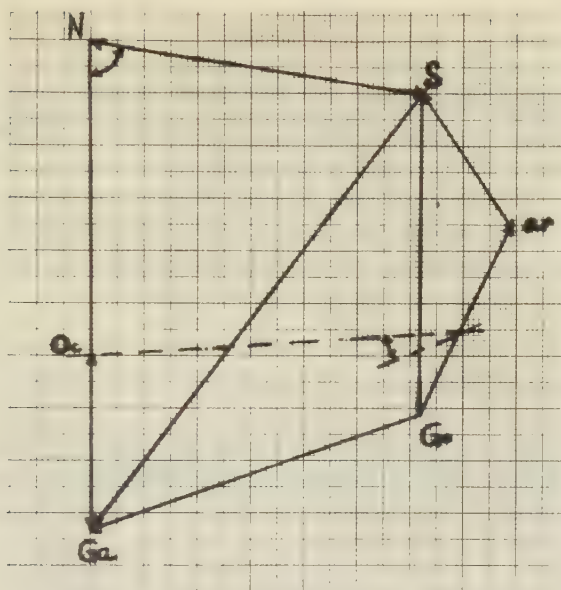


Durchschnittliche Änderung des Gonionwinkels
vom 4. bis zum 12. Lebensjahr.
(männlich und weiblich zusammen)

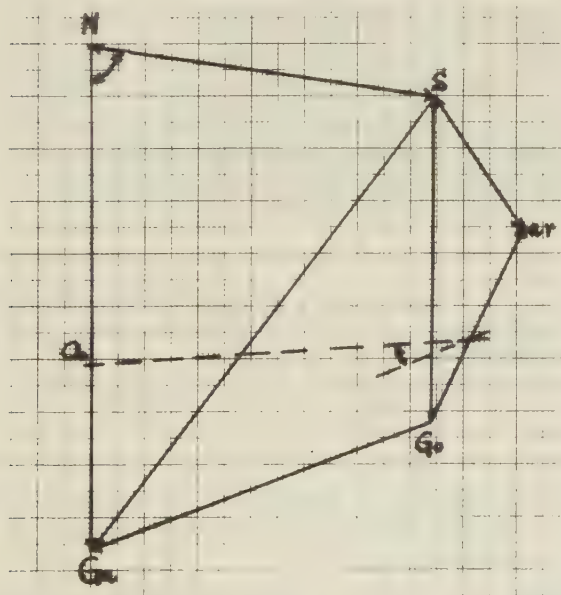
ABBILDUNG 14



Durchschnittliche Zunahme des Winkels zwischen Occlusal - und Basalebene vom 4. bis zum 12. Lebensjahr. (männlich und weiblich zusammen)



MÄDCHEN (Mittelwerte) etwa 8 jährig



KNABEN (Mittelwerte) etwa 8 jährig

die Unterkieferkörperlänge und die Maße Nasion - Sella, Sella - Gnathion, Occlusalebene - Gnathion festzustellen, daß die Mittelwerte in den untersuchten Altersgruppen vom 4. bis 12. Lebensjahr eine deutliche Zunahme zeigen, wobei die entsprechenden Maße bei den Knaben durchschnittlich höher liegen als bei den Mädchen. Die graphischen Darstellungen Abbildung 9 und 10 zeigen diese Unterschiede für die 8-Jährigen.

3) Die dritte und letzte Gruppe umfaßt Maße, bei denen weder eine Altersabhängigkeit noch ein geschlechtlicher Unterschied feststellbar ist.

a) Zuerst soll hier die Entwicklung des Facialwinkels (F-Winkel) aufgezeigt werden. (Abb. 11) Im untersuchten Altersbereich von 4 - 12 Jahren sind für diesen Winkel weder Unterschiede zwischen den Altersgruppen noch zwischen den Geschlechtern zu beobachten. Auch hier dürften kleine Unregelmäßigkeiten in der graphischen Darstellung an der geringen Anzahl der zur Untersuchung zur Verfügung stehenden Kinder liegen.

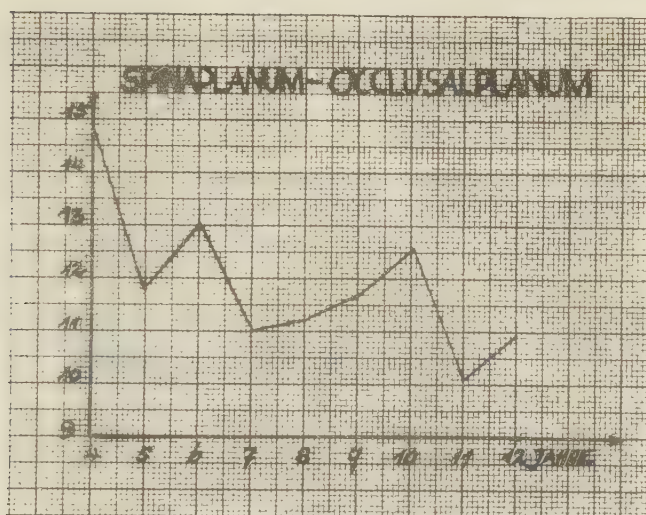
b) Das nächste zu untersuchende Winkelmaß ist der Sphenoidalwinkel (Abb. 12). Auch hier sind keine gravierenden Unterschiede sowohl im Altersablauf wie auch zwischen den Geschlechtern festzustellen. Der Winkelwert liegt bei Knaben und Mädchen immer etwas über oder unter 130° .

c) Ähnlich wie die zwei eben besprochenen Winkel verhält sich der Gonionwinkel. (Abb. 13) Der Wert des Winkels liegt bei beiden Geschlechtern im untersuchten Altersbereich von 4 - 12 Jahren knapp über oder unter 126° . Es muß also festgestellt werden, daß bei dem dieser Arbeit zugrunde gelegten Material für den Gonionwinkel keine Änderung sowohl in Größe als auch in Bezug auf die Geschlechter auftritt.

d) Das letzte Maß dieser Gruppe bildet der Winkel zwischen Occlusal und Basalebene (OcP-MP). (Abb. 14) Auch hier ist trotz leichter Schwankungen die wiederum auf den relativ geringen Umfang der Stichproben zurückzuführen sein dürften, weder bei Knaben noch bei Mädchen eine Altersabhängigkeit oder ein geschlechtlicher Unterschied festzustellen.

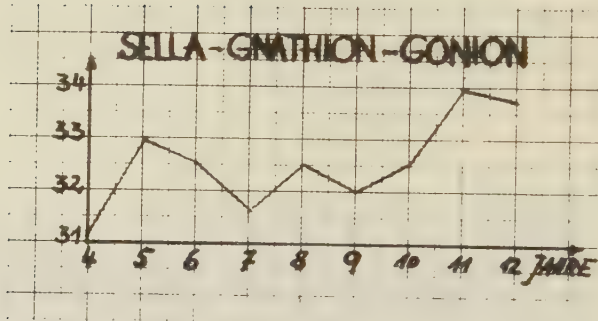
Zusammenfassend kann für die Gruppe der Maße die weder Alters- noch Geschlechtsunterschiede aufweisen, also über die Winkelmaße

ABBILDUNG 15

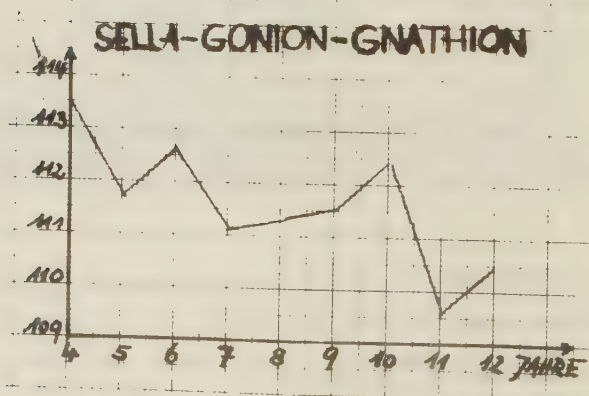


Durchschnittliche Änderung des Winkels zwischen Spinaplanum und Occlusalplanum vom 4. bis zum 12. Lebensjahr. (männlich und Weiblich zusammen)

A B B I L D U N G 16a und 16b



Durchschnittliche Änderung des Winkels
Sella - Gnathion - Gonion vom 4. bis zum 12.
Lebensjahr. (männlich und weiblich zusammen)



Durchschnittliche Änderung des Winkels
Sella - Gonion - Gnathion vom 4. bis zum 12.
Lebensjahr. (männlich und weiblich zusammen)

Facialwinkel, Sphenoidalwinkel, Gonionwinkel und dem Winkel zwischen Occlusal- und Basalebene gesagt werden, daß die Mittelwerte in den untersuchten Altersgruppen vom 4. bis 12. Lebensjahr weder eine Altersabhängigkeit noch einen Unterschied zwischen Knaben und Mädchen zeigen.

Die bisher erwähnten Maße wurden in erster Linie zur Auswertung des Untersuchungsmaterials herangezogen. Eine Reihe weiterer Maße, die zur Vervollständigung des ersten Überblicks dienen, wurden anhand der Röntgenbilder noch abgenommen. Da sie aber für die Fragestellung keine wesentlich zusätzlichen Informationen liefern, seien sie hier nur kurz erwähnt.

Die Maße der Winkel zwischen Spina planum - Occlusalplanum (SpP-OcP), (Abb.15) Sella - Gonion - Gnathion - (S - Go - Ga) (Abb.16 b) und Sella - Gnathion - Gonion (S-Ga-Go) (Abb.16a) zeigen ähnlich den schon besprochenen Winkelmaßen keine klare Änderung sowohl in Größe als auch in Bezug auf die Geschlechter. Sie scheinen nach dem vorliegenden Ergebnis im Alter von 4 - 12 Jahren konstant zu sein.

Auch für die Werte der Winkel zwischen Spina planum - Frankfurter Horizontalebene (J_1) und Nasion - Sella - Frankfurter Horizontalebene (J_2) konnten keine wesentlichen Altersunterschiede festgestellt werden, wenn auch bei den einzelnen Altersgruppen kleine Schwankungen auftreten.

5) Untersuchungsergebnisse im Vergleich mit schon vorliegenden Arbeiten.

Die Beobachtung des Wachstumsablaufs am Unterkiefer ist auf sehr verschiedenartige Weise möglich. WALDSACHS faßt verschiedene Methoden zusammen und erwähnt u.a. HUNTER, AICHEL, KANTOROWICZ, FISCHL. Diese Untersuchungen wurden jedoch an maziertem Material durchgeführt. Weiter erwähnt WALDSACHS die Messungen "bei denen Knochen oder Knochenteile verschiedener oder gleicher Individuen direkt gemessen werden oder die Abdrücke und Ausgüsse der zu untersuchenden Organe. Diese wieder kann man direkt messen oder sie nach den verschiedensten Methoden - VIRCHOW, ZSIGMONDY, FRANKE auf eine Ebene projizieren".

Es wurde auch versucht mit Hilfe histologischer Untersuchungen Ergebnisse zu erzielen. Hierher gehören die Krappverfütterungen, wobei es sich bei Krapp um einen Farbstoff handelt, der aus Rubia tinctorum gewonnen wird. Die Wachstumszonen am Knochen werden anschließend mikroskopisch untersucht. Mikroskopische Untersuchungen wurden u.a. von SCHMIDHUBER, KÖLLIKER, CHARLES ausgeführt.

Versuche mit Markierungen wie Amalgan, Bleikugeln, Gold- und Messingstiften- und Blättchen, die an bestimmten Punkten des sich entwickelnden Knochens eingelassen und in Abständen vermessen wurden, sind u.a. von HUNTER, HUMPHRY, WOLFF, LIEBERKÜHN, GUDDEN, BUSCH, FRANKE und KORKHAUS angegeben.

Einer ausgedehnten Meßmethode am Skelettmaterial und am Lebenden bedient sich auch die Anthropologie. Eine systematische Zusammenfassung findet sich bei MARTIN - SALLER.

Die modernste Methode den Wachstumsablauf festzuhalten, ist die Fernröntgenaufnahme. Über die Entwicklung schreibt HEILBUTH: "Die ersten Versuche, Gebiß und Gesichtsschädel röntgenologisch festzuhalten wurden von CARREA und SIMPSON gemacht. Bei dem jedoch nur kleinen Abstand des Fokus der Röhre von Objekt und Platte (0,50 - 1,50 m) entstanden aber zu große Verzerrungen, die eine metrische Auswertung nicht zuließen.

HOFRATH erreichte genauere Resultate, indem er die Entfernung vom Fokus der Röhre zum Film immer konstant auf 2,30 m hielt. Die Darstellung des Weichteilprofils, die früher mittels eines Bleidrahtes oder durch Bestreichen des Profils mit einer Wismut-Paste geschah, erreicht er durch ein besonderes Abschwächungsverfahren. Die Methodik der Fernröntgenaufnahme ist in den letzten Jahren von KORKHAUS u.a. weiter ausgearbeitet worden und stellt heute ein hinreichend genaues und fast ideales Verfahren dar.

Zum Thema der vorliegenden Arbeit wurde bereits eine Reihe von ähnlichen Untersuchungen vorgenommen, unter anderen von A.N. SCHWARZ, HAUSSER, HEILBUTH, HELLMAN, BJÖRK, BRODIE und DE COSTER. Ein Vergleich zu den eben erwähnten Arbeiten gestaltet sich manchmal schwierig, da die einzelnen Meßpunkte nicht immer nach einem Auswertungssystem Verwendung fanden. Teilweise beruhen die Messungen an Lebenden auf Verwendung von Weichteilpunkten, andere wiederum dienen nur zur Klärung einer bestimmten Fragestellung. Im folgenden soll nun ein Vergleich der verschiedenen Werte und Zusammenhänge mit den Maßen der vorliegenden Arbeit unternommen werden.

a) Ein Vergleich der durchschnittlichen Länge des Unterkieferastes ergibt für den untersuchten Altersbereich von 4 bis 12 Jahren mit 34 cm bis 47 cm bei Knaben und 33 cm bis 44 cm bei Mädchen etwa gleichmäßig ansteigende Werte. Der Durchschnittswert der 12 jährigen Knaben ist um etwa 5 cm größer als er von BJÖRK in seinen Röntgenuntersuchungen an 322 schwedischen Knaben ermittelt wurde. Anthropologische Messungen von HELLMAN aber ergeben etwas größere Werte, wie aus einer nachfolgenden Tabelle ersichtlich wird.

Tabelle über die Dimensionsänderungen der Unterkieferasthöhe vom Gonion zum Condylus.

Stadium	Anzahl	Zunahme in mm
I	11	28,00
II	11	35,46
III	8	44,00
IV	6	53,50

Zu der Tabelle ist zu bemerken, daß

Stadium I etwa 2 Jahren
 Stadium II etwa 3 - 5 Jahren
 Stadium III etwa 6 - 7 Jahren und
 Stadium IV etwa 10 - 18 Jahren entspricht.

Untersuchungen an holländischen Unterkiefern, wobei mazeriertes Material zugrunde gelegt wurde, hat KLEINWEG DE ZWAAN unternommen, wobei er für die Länge des Unterkieferastes bei Erwachsenen auf durchschnittlich 6 cm gekommen ist.

b) Die Strecke artikulare - Sella ist bei 12-Jährigen mit 33,6 cm etwa ebenso groß wie der Durchschnittswert von BJÖRK, den er bei der Untersuchung von 322 Knaben im Alter von 12 Jahren mit 34,35 cm gefunden hat.

c) Die Maße der Unterkieferkörperlänge ergaben in der vorliegenden Arbeit Durchschnittswerte, die bei Knaben von 59,9 cm bis 71,3 cm und bei Mädchen von 59,3 bis 70,1 cm ansteigen. Demgegenüber hat BJÖRK für 12-jährige schwedische Knaben einen Durchschnittswert von 72,84 cm gefunden. Etwas kleiner hingegen sind die Maße, welche HELLMAN ermittelt hat. Eine Tabelle soll hierüber wiederum Aufschluß geben:

Tabelle über die Dimensionsänderungen der Unterkieferkörperlänge vom Menton zum Gonion.

Stadium	Anzahl	Zunahme in mm
I (etwa 2 Jahre)	10	40,80
II (etwa 3 - 5 Jahre)	11	48,46
III (etwa 6 - 7 Jahre)	7	62,32
IV (etwa 10 - 18 Jahre)	7	72,15

Untersuchungen an mazeriertem Material erwachsener Schädel ließ KLEINWEG DE ZWAAN für die Unterkieferkörperlänge auf einen Durchschnittswert von 74 cm kommen.

d) Das Verhältnis von Unterkieferkörperlänge zu Unterkieferastlänge wurde in der vorliegenden Arbeit mit 7 zu 4 bei 4-Jährigen und 7 zu 4,5 bei 12-Jährigen gefunden. Hieraus ergibt sich, daß der aufsteigende Ast eine größere Wachstumszunahme erfährt, als der horizontale Ast. HAUSSER hat bei seinen Untersuchungen der Kiefergesichtsbeziehungen für die Altersgruppe der 6 - 9-Jährigen hingegen ein Größenverhältnis von 7 zu 5,5 ermittelt, aber auch er stellt eine größere Wachstumszunahme des aufsteigenden Astes fest. A.M.SCHWARZ wiederum findet einen Mittelwert für durchschnittlich breite Kiefer von 7 zu 5.

e) Die Entfernung zwischen den Punkten Nasion und Sella zeigt im Mittelwert bei Knaben und Mädchen in der vorliegenden Arbeit eine Längenzunahme von 60,1 cm bei 4-Jährigen auf 68,0 bei 12-Jährigen. Diese Maße sind fast ebenso groß, wie die Durchschnittswerte, die BROADBENT bei einer Untersuchung von 100 Kindern im Alter von 3 - 18 Jahren ermittelt hat:

Tabelle über die Zunahme der Entfernung Sella Turcica - Nasion

50 männliche	Zunahme in mm	Alter	Zunahme in mm	50 weibliche
	61,3	3 Jahre	59,3	
	65,6	6	63,3	
	66,3	9	65,9	
	69,5	12	67,5	
	71,0	15	---	
	71,5	18	---	

Aus den Untersuchungen von BJÖRK ergibt sich bei 12 jährigen Knaben für das Maß Sella Turcica - Nasion ein Mittelwert von 68,7 mm.

* Zur weiteren Klärung der Zusammenhänge der Kiefergesichtsbeziehungen diente die Bestimmung des Facialwinkels. In der dieser Arbeit zugrunde liegenden Stichprobe konnte kein sicherer Alters- oder Geschlechtsunterschied festgestellt werden. Die gefundenen Werte lagen im Durchschnitt bei 4 jährigen Knaben und Mädchen bei 82° und bei 12 jährigen Knaben und Mädchen bei 81,5°.

hier möchte ich wieder eine Tabelle einfügen, die HELLMAN veröffentlicht hat. Er fand für den Facialwinkel nachstehende Werte:

Tabelle über die Dimensionsänderung des Facialwinkels im Laufe der Entwicklung:

Stadium	Anzahl	Bedeutung in Winkelgraden
I (etwa 2 Jahre)	6	90.00
II (etwa 3 - 5 Jahre)	9	91.67
III (etwa 6 - 7 Jahre)	11	87.92
IV (etwa 10 - 18 Jahre)	9	85.67

HAUSSER fand bei seinen durchgeführten Untersuchungen der Kiefergesichtsbeziehungen, dass der Facialwinkel mit zunehmenden Alter eine geringe Zunahme erfährt. Der Durchschnittswert bei vier untersuchten Altersgruppen von insgesamt 6 - 30 Jahren lag bei 83°. A.M.SCHWARZ hingegen gibt für den Facialwinkel (Schädelgesichtswinkel) einen Durchschnittswert von 81 bis 82 Grad an, wobei aber auch eine Variationsbreite von über 20 Grad festgestellt wird. Der Mittelwert bei 322 untersuchten 12-jährigen schwedischen Knaben wird schließlich von BJÖRK mit 83,6 Grad angegeben.

g) Ein Vergleich der durchschnittlichen Größe des Sphenoidalwinkels ergibt für den untersuchten Altersbereich von 4 - 12 Jahren keine nennenswerten Unterschiede. Der Winkelwert wurde in der vorliegenden Arbeit bei 4-Jährigen mit 128 Grad und bei 12-Jährigen mit 131 Grad festgestellt. Zum Vergleich sollen auch hier wieder die Untersuchungen von BJÖRK herangezogen werden. Der Mittelwert des Sphenoidalwinkels lag bei den von ihm ausgewerteten Material bei 122,9 Grad. Demgegenüber findet HAUSSER sowie seine Mitarbeiter BUSCHE, ROHMANN, SCHILLER und WILLRUTH bei der Untersuchung des Sphenoidalwinkels für denselben einen Winkelwert von 141,4 Grad. Es wurden hierbei vier Altersgruppen von 6 bis 30 Jahren zusammengefaßt und es wurde bei den untersuchten Fällen eine Variation von + 15 Grad festgestellt. Einen fast ebenso großen Durchschnittswert für den Sphenoidalwinkel fand HEILBUTH bei der Untersuchung von 50 Kindern im Alter von 10 - 14 Jahren.

h) In die gleiche Gruppe wie die eben besprochenen Winkel gehört der Gonionwinkel. Der Wert des Winkels liegt bei beiden Geschlechtern im untersuchten Altersbereich von 4 - 12 Jahren knapp über oder unter 126 Grad. Auch HAUSSER findet bei seinen Untersuchungen einen Durchschnittswert von 126 Grad. HEILMAN hat eine Tabelle über die Entwicklung des Unterkieferwinkels veröffentlicht, wobei er bei zunehmendem Alter jeweils einen kleineren Winkel findet.

Tabelle über die Dimensionsänderung des Unterkieferwinkels im Laufe der Entwicklung:

Stadium	Anzahl	Bedeutung in Winkelgraden
I (etwa 2 Jahre	11	138,19
II (etwa 3 - 5 Jahre)	11	132,46
III (etwa 6 - 7 Jahre)	8	124,25
IV (etwa 10 - 18 Jahre)	7	122,16

Recht interessant gestaltete sich ein Vergleich zwischen der am Lebenden und der am Fernröntgenbild gemessenen Größe des Unterkieferwinkels, wie sie HEILBUTH an 49 Kindern im Alter von 11 - 14 Jahren durchgeführt hat. Der vom Fernröntgenbild abgenommene Mittelwert dieses Winkels beträgt hierbei 130 Grad. Nimmt man jedoch als Unterkieferwinkel den von den Strecken Gnathion - Gonion und Gonion - Tragon gebildeten Winkel, so wird der Mittelwert um etwa 7 Grad größer. Diesen Winkel mißt auch SIMON an seinen Photostatbildern und gibt Werte zwischen 130 und 142 Grad für Individuen zwischen 5 und 39 Jahren als "Norm"-Werte an. Bei Kindern im Alter von 8 - 12 Jahren betrüge dieser Winkel etwa 140 Grad. Der Unterkieferwinkel kann am Lebenden mit dem KORKHAUS'schen Unterkieferwinkelmaß (Goniometer) gemessen werden, wobei HEILBUTH bei ihren Untersuchungen hierfür einen Mittelwert für Mädchen und Knaben von 124,3 Grad findet. A.M.SCHWARZ kommt diesem Wert sehr nahe, der von den Unterkiefertangenten eingeschlossene Unterkieferwinkel wird von ihm mit 123 Grad + 10 Grad im Mittelwert angegeben.

i) Zum Schluß dieser vergleichenden Betrachtung möchte ich noch auf die in der vorliegenden Arbeit nur zur Schaffung eines ersten Überblicks herangezogenen Werte des Schädel - Gebißwinkels (Jnklinationswinkel) eingehen. Den Mittelwert dieses Winkels habe ich bei meinen Untersuchungen mit 7,7 Grad gefunden. Aus einem sehr umfangreichen Untersuchungsgut hat A.M.SCHWARZ den Mittelwert zunächst mit durchschnittlich 7 - 8 Grad angegeben, später fand er jedoch, daß der Jnklinationswinkel nur 5 Grad beträgt, obgleich auch nach den zuletzt gefundenen Grenzwerten von - 5 Grad bis + 18 Grad ein rechnerischer Mittelwert von 7,5 Grad wahrscheinlich wäre. HEILBUTH fand bei der Nachprüfung dieser Zusammenhänge Ergebnisse, die auch den Untersuchungen von KORKHAUS entsprechen und es zeigte sich eine mittlere Größe des Winkels zwischen Oberkieferbasis und Schädelbasis von 5,3 Grad. Hierzu ist allerdings zu berücksichtigen, daß der von HEILBUTH verwandte Sphenoidalpunkt am Vorderrand der Sella höher liegt als der in der vorliegenden Untersuchung benutzte Punkt im Zentrum der Sella. Demgegenüber hat aber HAUSSER mit seinen Mitarbeitern einen Durchschnittswert von 8,4 Grad für

den Jnklinationswinkel ermittelt. Er schreibt aber, daß die Lageverschiedenheit der Punkte bei HEILBUTH und SCHWARZ eine Größenveränderung des Schädelgebißwinkels um 2,5 Grad bedingt, sodaß der vergleichende Durchschnittswert des Jnklinationswinkels von HEILBUTH etwa 7,8 Grad beträgt und damit mit dem von A.M.SCHWARZ zuerst angegebenen Wert übereinstimmt.

Gerne hätte ich zu diesem Abschnitt noch einige weitere Arbeiten aus dem amerikanischen Schrifttum angeführt, sie waren aber trotz größter Bemühungen nicht greifbar.

Die im Abschnitt 5) im einzelnen erwähnten Maße möchte ich im folgenden kurz zusammengefasst wiederholen:

a.) Unterkieferastlänge

<u>Verfasser</u>	<u>Jahre</u>	<u>Geschlecht</u>	<u>Ergebnisse</u>
HELLMAN	2 - 18	Mädchen u. Knaben	28,0 - 53,5 mm
KLEINWEG DE ZWAAN	Erwachsene	Frauen u. Männer	60,0 mm
OETTINGER	4 - 12	Mädchen u. Knaben	33,8 - 45,4 mm

b.) articulare-Sella

BJÖRK	12	Knaben	34,35 mm
OETTINGER	4 - 12	Mädchen u. Knaben	27,1 - 34,1 mm

c.) Unterkieferkörperlänge

BJÖRK	12	Knaben	72,84 mm
HELLMAN	2 - 18	Mädchen u. Knaben	40,8 - 72,1 mm
KLEINWEG DE ZWAAN	Erwachsene	Frauen u. Männer	74 mm
OETTINGER	4 - 12	Mädchen u. Knaben	59,6 - 70,6 mm

d.) Unterkieferkörperlänge zu Unterkieferastlänge

HAUSSER	6 - 9	Mädchen u. Knaben	7 : 5,5
A.M. SCHWARZ	Kinder	Mädchen u. Knaben	7 : 5
OETTINGER	4 - 12	Mädchen u. Knaben	7:4 - 7:4,5

e.) Nasion - Sella

BJÖRK	12	Knaben	68,7 mm
BROADBENT	3 - 18	Knaben	61,3 - 71,5 mm
BROADBENT	3 - 12	Mädchen	59,3 - 67,5 mm
OETTINGER	4 - 12	Mädchen u. Knaben	60,1 - 68,0 mm

f.) Facialwinkel

BJÖRK	12	Knaben	83,6°
HAUSSER	6 - 30	Mädchen u. Knaben	83°
HELLMAN	2 - 18	Mädchen u. Knaben	90° - 85,7°
A.M. SCHWARZ	Kinder	Mädchen u. Knaben	81° - 82°
OETTINGER	4 - 12	Mädchen u. Knaben	82,1° - 81,5°

g.) Sphenoidalwinkel

<u>Verfasser</u>	<u>Jahre</u>	<u>Geschlecht</u>	<u>Ergebnisse</u>
BJÖRK	12	Knaben	122,9°
HAUSSER	6 - 30	Mädchen u. Knaben	141,4 ± 15°
OETTINGER	4 - 12	Mädchen u. Knaben	128,1 - 131,9

h.) Gonionwinkel

HAUSSER	6 - 30	Mädchen u. Knaben	126°
HEILBUTH	11 - 14	Mädchen u. Knaben	124,3° (130°)
HELLMAN	2 - 18	Mädchen u. Knaben	138,2° - 122,2°
A.M. SCHWARZ	Kinder	Mädchen u. Knaben	123° ± 10°
OETTINGER	4 - 12	Mädchen u. Knaben	127,4° - 126,6°

i.) Jnklinationswinkel

HAUSSER	6 - 30	Mädchen u. Knaben	8,4°
HEILBUTH	11 - 14	Mädchen u. Knaben	5,3°
A.M. SCHWARZ	Kinder	Mädchen u. Knaben	5° (7° - 8°)
OETTINGER	4 - 12	Mädchen u. Knaben	7,7°

6) Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit ist eine Untersuchung an Röntgenaufnahmen über Alters- und Geschlechtsunterschiede am Unterkiefer und seine Beziehung zum Gesichtsskelett unter besonderer Berücksichtigung der Methode SCHWARZ. Es sind insgesamt 184 Kinder im Alter von 4 - 12 Jahren untersucht worden, wobei aus den Untersuchungsergebnissen drei Gruppen gebildet wurden. Die erste Gruppe umfaßt altersabhängige Maße, bei denen keine Differenz im Wachstum und Größe sowohl bei Mädchen wie auch bei Knaben feststellbar ist. Hierzu gehören der Unterkieferast, die Strecke Sella - Gonion und die Strecke artikulare - Gonion. Die zweite Gruppe der Untersuchungsergebnisse umschließt wiederum altersabhängige Maße, wobei allerdings ein gleicher Wachstumstrend, aber verschiedenes Niveau festzustellen ist. Hierzu gehören der Unterkieferkörper, die Strecken Nasion - Sella, Sella - Gnathion und Occlusale - Gnathion. Die dritte Gruppe umfaßt Maße, bei denen weder eine Altersabhängigkeit noch ein geschlechtlicher Unterschied bemerkbar ist. Hierzu gehören der Facialwinkel, der Sphenoidalwinkel, der Gonionwinkel und der Winkel zwischen Occlusal- und Basalebene. Eine Reihe weiterer Maße, die zur Vervollständigung des ersten Überblicks dienen, werden, da sie zur Fragestellung keine wesentlichen Informationen liefern, noch kurz erwähnt.

1.) Altersunterschiede speziell für das Wachstum des Unterkiefers.

a) Körper

Im untersuchten Altersbereich von 4 bis 12 Jahren läßt sich für den Unterkieferkörper eine klare Längenzunahme feststellen. Die graphische Darstellung (Abb.5) zeigt eine nahezu gleichmäßig ansteigende Kurve, die Mittelwerte wachsen von 59 mm (4 Jahre) bis 70 mm (12 Jahre) an.

b) Ast

Im untersuchten Altersbereich von 4 bis 12 Jahren zeigt der Unterkieferast eine sehr deutliche Längenzunahme. Auch hier liefert die graphische Darstellung (Abb.2) eine in etwa

gleichmäßig ansteigende Kurve, die Mittelwerte wachsen von 33 mm (4 Jahre) bis 45 mm (12 Jahre) an.

2.) Geschlechtsunterschiede speziell für das Wachstum des Unterkiefers.

a) Körper

Im untersuchten Altersbereich von 4 - 12 Jahren zeigt der Unterkieferkörper einen Niveauunterschied zwischen Knaben und Mädchen. Die ermittelten Maße der Knaben liegen dabei wesentlich höher als die der Mädchen.

b) Ast

Im untersuchten Altersbereich von 4 - 12 Jahren tritt hier im Gegensatz zum Unterkieferkörper kaum ein Unterschied in den Geschlechtern auf. Die Werte der Knaben liegen nur knapp über den Werten der Mädchen.

An dieser Stelle ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr.Dr.Karl SALIER für die Überlassung des Themas meinen Dank auszusprechen.

Desgleichen danke ich Herrn Privatdozenten Dr.Dr. Gerfried ZIEGELMAYER aus dem Anthropologischen Institut für jederzeitige Unterstützung und Hilfsbereitschaft, ferner Herrn Dr.Dr.DERICHSEWILLER, dessen Entgegenkommen zum Abschluß der Arbeit beigetragen hat.

Ich möchte auch nicht versäumen, Herrn Oberarzt Dr. PACHE von der Hauner'schen Universitäts-Kinderklinik, München und Herrn Professor Dr.HILBER vom Schwabinger Krankenhaus in München für die freundliche Unterstützung zu danken.

Dank schulde ich auch Herrn K.G.Liebrich für die Unterstützung bei der statistischen Bearbeitung des Materials.

LEBENS LAUF

Am 20. Juni 1934 wurde ich als Sohn des Rechtsanwalts Dr. Karlheinz Oettinger und seiner Ehefrau Juliane, geborene Guenzer, in München geboren.

Dort besuchte ich die Volksschule und trat nach 4 Klassen in die Luitpold Oberrealschule zu München ein. Im Sommer 1954 erhielt ich das Reifezeugnis.

Im Wintersemester 1954 begann mein zahnmedizinisches Studium an der Universität München, wo ich nach drei Semestern das Physikum bestand und nach weiteren sechs Semestern im Juni 1959 das Staatsexamen absolvierte.

Seither bin ich als Assistent tätig.

L I T E R A T U R A N G A B E

- ANGERER: Die Formveränderungen des Unterkiefers im Laufe des Lebens. Diss.München 1935
- BERGERHOFF,W.: Wachstum und Bauplan des Schädels im Röntgenbild. Sonderdruck, Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen, vereinigt mit Röntgenpraxis 1953
- BJÖRK,A: The Face in Profile, an Anthropological X-Ray Investigation on swedish children and conscripts. Lund Berlingska Bortryckeriet 1947
- KRAUS - ELZE: Anatomie des Menschen Berlin 1954
- BROADBENT,H.: The face of the normal child.Angle Orthodontist 7, 1937
- ERODIE,A.: Behavior of normal and abnormal facial growth patterns. Am.J.Orthodontics 27, 1941
- DERICHSWEILER: Beitrag zur Technik der Fernröntgenaufnahme in der täglichen Praxis, D.Z.Z. 11,Heft 3/1956
- FRANKE,G.: Über Wachstum und Verbildung des Kiefers und der Nasenscheidewand auf Grund vergleichender Messungen und experimenteller Untersuchungen über Knochenwachstum, Leipzig 1921
- JORES,A.: Klinische Endokrinologie Berlin 1940
- HÄUPL,K.: Handbuch für die zahnärztliche Praxis, München 1955
- HAUSSER,E.: Schädelaufbau bei anatomisch korrekter Okklusion, Fortschr.d.Kieferorth.Bd.17,3,1956
- HEILBUTH,L.: Kiefergesichtsbeziehungen bei anatomisch korrekter Okklusion im Alter von 11 - 14 Jahren. Diss.Bonn 1942
- HELMAN,H.: Changes in the Human face brought about by Development Jnt.J.Orthodontia 6.1927
- KERXHEIMER: Grundriß der pathologischen Anatomie
- KOPRATH,H.: Die Bedeutung der Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien. Fortsch.d.Orthodontik, 1.
- LEINWEG DE ZWAAN: Messungen an männlichen und weiblichen holländischen Unterkiefern, Amsterdam 1936
- ÖLLIKER: Die normale Resorption des Knochengewebes und ihre Bedeutung für die Entstehung der typischen Knochenformen, Leipzig 1873

- KORKHAUS, G. Die Auswertung des Fernröntgenbildes in der Kieferorthopädie Fortschr.d.Orthodontik S.1936
- KORKHAUS-NEUMANN: Das Kieferwachstum während des Schneidezahnwechsels F.d.O. Jahrg. 1 Heft 1
- RÖSSLE, R.: Physiologie und Pathologie der Entwicklung, des Wachstums und der Regeneration Bd.14, 1
- RUGE, G.: Beiträge zum Wachstum des menschlichen Kiefers. Diss.Berlin 1875
- SALLER, K.: Die Grundlage und die Ordnung der menschlichen Konstitutionen Endokrin, 6, 241
- Norm und Abnorm, Sonderdruck aus Endokrinologie Bd.30, 5/6 1953
- SCHENK: Die erste Anlage des Unterkiefers und der Zahnalveolen, Oestr.Ung.VfZ.1896
- SCHMIDHUBER, K.F.: Experimentelle Untersuchungen über den Anteil der Zähne und des Kiefergelenkköpfchens am Längenwachstum des Unterkiefers des Hundes. Deutsche Monatsschrift f.Zahnheilkunde Bd.2, 1930
- SCHURICHT, H.: Über die Veränderungen am Unterkiefer während der ontogenetischen und phylogenetischen Entwicklung, Halle 1952
- SCHWARZ, A.M.: Lehrgang der Gebißregelung Berlin - Wien 1936/37
- Wie der angehende Kieferorthopäde Gesicht und Schädel verstehen lernt.
- WALDSACHS, H.: Zur Frage des Kieferwachstums unter besonderer Berücksichtigung des Unterkiefers. Diss.Bonn 193
- WOLFF, J.: Über das Wachstum des Unterkiefers. Arch.f.Anat. u.Physiol.Bd.14

Mittelwerte errechnet nach Prof. SCHWARZ	J*	F*	J ₂ *	SpP-MP*	SpP-OcP*	OcP-MP*	Gon*	Körp. Länge	Äst- Länge	NS	erS	ISph	n	nK
<u>Knaben</u>														
4 Jahre	7,0	81,9	3,45	28,9	15,27	13,54	127,36	59,9	34,18	61,35	27,72	125,35	21	11
5 Jahre	7,7	81,5	4,4	30,1	10,40	17,80	126,50	63,20	37,2	62,0	27,9	129,2	20	10
6 Jahre	6,3	81,3	4,25	32,25	14,41	17,5	128,1	64,5	38,0	64,0	28	130,8	22	12
7 Jahre	7,7	81,6	5,5	30,1	12,1	17,7	126,6	67,0	37,7	63,9	31,4	133,4	18	9
8 Jahre	9,6	78,4	6,1	27,7	11,1	16,8	125,6	68,6	41,1	65,1	29,2	135,3	20	10
9 Jahre	9,5	78,0	6,5	29,4	11,9	17,5	127,2	70,2	39,4	67,3	31,9	135,5	20	10
10 Jahre	7,5	81,2	3,3	28,3	13,8	14,4	127,1	69,2	42,7	66,9	32,8	129,5	20	10
11 Jahre	9,77	80,77	5,5	26,5	11,1	14,88	127,5	69,88	45,6	68,4	31,0	134,1	21	9
12 Jahre	7,3	82,0	4,1	27,2	10,7	15,7	127,3	71,3	47,3	68,5	33,6	131,0	22	10
<u>Mädchen</u>														
4 Jahre	8,1	82,2	5,9	31,5	14,6	16,9	127,7	59,3	33,4	58,8	26,5	130,9	21	10
5 Jahre	7,4	80,5	5,4	29,9	13,2	17,7	124,8	59,9	33,8	59,5	26,9	127,5	20	10
6 Jahre	6,1	83,3	3,6	27,4	11,4	15,9	125,4	65,8	39,2	62,4	29,5	129,6	22	10
7 Jahre	9,2	80,1	5,6	28,2	9,9	18,1	126,7	65,3	39,7	63,5	28,5	130,7	18	9
8 Jahre	6,8	80,8	4,2	26,2	11,3	14,6	126,3	64,9	42,4	64,1	30,5	130,5	20	10
9 Jahre	7,0	80,9	5,0	27,7	11,5	16,4	124,5	67,1	43,0	65,6	30,5	128,3	20	10
10 Jahre	7,6	80,2	4,5	29,2	11,3	18,2	128,4	67,2	42,2	66,0	29,9	127,9	20	10
11 Jahre	8,2	80,8	4,5	25,7	9,41	16,33	123,6	70,83	44,5	65,9	31,5	133,8	21	12
12 Jahre	7,2	81,1	3,1	26,6	11,1	15,5	126,1	70,1	44,0	67,6	34,5	132,8	22	12

Mittelwert errechnet nach Prof. SCHWARZ	J*	F*	J*	SpP- MP	SpP- Ocp	Ocp- MP	Gon	UK- Körf. Länge	UK- Ast- Länge	NS	ars	Sph	S-Ga	S-Go	S-Go+ Ga	S-Ga- Go	N-Ga	OcGa	n
Mädchen und Knaben :																			
4 Jahre	7,5	82,1	4,6	30,1	14,9	15,1	127,4	59,6	33,8	60,1	27,1	128,1	944,0	540,6	113,5	31,2	918,3	31,7	21
5 Jahre	7,6	81,0	4,9	30,0	11,8	17,7	125,6	61,6	35,5	60,6	27,3	128,3	971,5	562,5	111,7	32,9	957,5	32,4	20
6 Jahre	6,2	82,2	4,0	30,0	13,0	16,8	126,8	65,0	38,5	63,2	29,7	130,3	1032,0	601,1	112,6	32,5	1002,0	34,5	22
7 Jahre	7,4	79,6	5,5	29,2	11,0	17,3	126,6	66,2	38,7	63,1	29,9	132,1	1031,9	593,6	111,1	31,6	1007,4	33,9	18
8 Jahre	8,2	79,6	5,2	26,9	11,2	15,7	126,0	66,8	41,8	64,6	29,9	132,9	1049,0	625,3	111,3	32,5	1017,0	33,8	20
9 Jahre	8,3	79,5	5,8	28,6	11,7	17,0	125,9	68,7	41,2	66,5	31,2	131,9	1075,0	622,0	111,5	32,0	1057,0	35,0	20
10 Jahre	7,6	80,7	3,9	28,7	12,5	16,3	127,7	68,2	42,4	66,4	31,4	128,7	1099,0	655,0	112,4	32,5	1071,3	34,7	20
11 Jahre	8,8	80,7	4,9	26,1	10,1	15,7	125,2	70,4	44,9	66,9	31,3	133,9	1105,3	665,6	109,6	33,9	1075,2	34,6	21
12 Jahre	7,2	81,5	3,6	26,8	10,9	15,6	126,6	70,6	45,4	68,0	34,1	131,9	1145,2	690,9	110,4	33,7	1105,2	36,4	22

Mittelwerte und Tabellen	S-Go-Ga *	S-Ga-Go *	N-Ga	Oc-Ga	S-Ga	S-Go	n _K
<u>Knaben</u>							
4 Jahre	113,5	31,3	92,72	31,7	95,68	560,4	11
5 Jahre	111,6	33,9	97,50	33,4	99,40	576,0	10
6 Jahre	113,9	31,9	102,29	34,8	103,21	601,6	12
7 Jahre	111,2	31,2	102,05	34,7	104,39	600,0	9
8 Jahre	111,0	31,7	103,85	34,8	106,10	614,5	10
9 Jahre	111,5	31,3	106,95	34,8	107,50	600,0	10
10 Jahre	112,0	32,9	109,05	35,3	111,45	672,0	10
11 Jahre	111,2	32,8	109,44	35,4	112,11	665,5	9
12 Jahre	111,9	33,5	112,70	37,2	117,25	715,5	10
<u>Mädchen</u>							
4 Jahre	113,3	31,2	91,85	31,6	930,0	519,0	n _M 10
5 Jahre	111,9	32,0	94,00	31,4	949,0	549,0	10
6 Jahre	111,1	33,2	97,70	34,1	1032,0	600,5	10
7 Jahre	111,1	32,0	99,44	33,2	1020,0	587,2	9
8 Jahre	111,6	33,2	99,55	32,8	1038,5	636,0	10
9 Jahre	111,4	32,6	104,45	34,7	1074,5	641,5	10
10 Jahre	112,8	32,0	105,20	34,1	1083,5	638,0	10
11 Jahre	108,5	34,8	106,08	34,0	1093,5	665,8	12
12 Jahre	109,1	33,9	108,71	35,8	1122,5	670,4	12

Oc - Ga

Prüfung auf gemeinsame Regression

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	F/emp	p
Abweichung	2	52'6	26'30	4'76	1'0%
getrennte Regression	173	956'1	5'53	--	--
gemeinsame Regression	175	1008'7	5'76	--	--

Prüfung auf Gleichheit der Regressions - Koeffizienten

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	F/emp	p
Abweichung	1	0'6	0'60	--	--
getrennte Regression	173	956'1	5'53	--	--
gemittelte Regression	174	956'7	5'50	--	--

Oc - Ga

Varianz innerhalb Altersklassen

n = 159

SAQ = 883[°]9

$S^2 = 5.56 \quad \log S^2 = 0.74507 \quad n = 17; \chi^2_{emp} = 28.584; p > 2\%$

Zusammenfassung Mädchen und Knaben

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	F/emp	p
Zwischen Altersklassen	8	311 [°] 7	--	--	-
Innerhalb Altersklassen	168	958 [°] 0	--	--	-
Gesamt-Varianz	176	1269 [°] 7	--	--	-
Lineare Komponente	1	261 [°] 0	261 [°] 00	45 [°] 31	0.1%
Reduzierte Varianz	175	1008 [°] 7	5 [°] 76	--	-
Abweichung von Linearität	7	50 [°] 7	7 [°] 24	1 [°] 27	-

Prüfung der Zusammenfassung

Abweichung	9	74 [°] 1	8 [°] 23	1 [°] 48	-
Mädchen + Knaben getrennt	159	883 [°] 9	5 [°] 56	--	-
Mädchen + Knaben zusammen	168	958 [°] 0	5 [°] 70	--	-

SAP = 558[°]92

00 - 6a

Knaben

Jahre	n	(X)	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	s^2	$\log s^2$
4	10	318	31'8	10.144	31'6	3'51	0'54531
5	10	333	33'2	11 125	36'1	4'01	0'60314
6	10	338	33'8	11 452	27'6	3'07	0'48714
7	9	312	34'7	10 842	26'0	3'25	0'51188
8	10	346	34'6	12.072	100'4	11 ' 16	1'04922
9	10	346	34'6	11.986	14'4	1'60	0'20412
10	10	350	35'0	12.330	80'0	8'89	0'94890
11	9	317	35'2	11.195	29'6	3'69	0'56703
12	10	371	37'1	13.861	96'9	10'77	1'03342

P > 5%

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Zwischen Altersklassen	8	167'1	20'89	3'73	0'1%
Innerhalb Altersklassen	79	442'6	5'60	--	--
Gesamt-Varianz	87	609'7	7'01	--	--
Lineare Komponente	1	143'4	143'40	26'46	--
Reduzierte Varianz	86	466'3	5'42	--	--
Abweichung v. Linearität	7	23'7	3'39	--	--

SPA = 290'89

$X = 0'4931(+7'49) + 34'44$

Oc - Ga

Mädchen $0.4714 t + 29.61$ Knaben $0.4714 t + 30.68$

Mädchen

Jahre	n	(X)	$\bar{X}$ (XX)	SAQ	S2	logs ²
4	10	314	31.4	9910	50.4	5.60
5	10	313	31.3	9849	52.1	5.79
6	10	339	33.9	11541	48.9	5.43
7	9	297	33.0	9.819	18.0	2.25
8	10	327	32.7	10749	56.1	6.23
9	10	346	34.6	12028	56.4	6.27
10	10	339	33.9	11515	22.9	2.54
11	10	339	33.9	11509	16.9	1.88
12	10	358	35.8	12.936	119.6	13.29

$n=8; \chi^2_{temp} = 13.298$

$p > 10\%$

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ.	Femp	P
Zwischen Altersklassen	8	169.9	21.24	3.85	0.1%
Innerhalb Altersklassen	80	441.3	5.52	---	---
Gesamt-Varianz	88	611.2	6.95	---	---
Lineare Komponente	1	121.4	121.40	21.56	0.1%
Reduzierte Varianz	87	489.8	5.63	---	---
Abweichung v. Linearität	7	48.5	6.93	1.26	---

SAP= 269.61

$x = 0.4501 (+ - 8.01) + 33.39$

NS

Varianz innerhalb Altersklassen

$n = 159$ $SAQ = 1.170^{\circ}1$ $S^2 = 7^{\circ}36$ $\log S^2 = 0^{\circ}86688$

$n = 17$; $\chi^2_{emp} = 15^{\circ}895$; $p > 50\%$

Zusammenfassung Mädchen und Knaben

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	F/emp	p
Zwischen Altersklassen	8	1.361^6	170^20	21^99	0^1 %
Innerhalb Altersklassen	168	1.300^4	7^74	---	---
Gesamt-Varianz	176	2.662^0	15^12	---	---
Lineare Komponente	1	1.310^7	1.310^70	>100	0^1 %
Reduzierte Varianz	175	1.351^3	7^72	---	---
Abweichung v.Linearität	7	50^9	7^27	---	---

Prüfung der Zusammenfassung

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	F/emp	p
Abweichung	9	130^3	14^47	1^97	5^0%
Mädchen + Knaben getrennt	159	1170^1	7^36	--	--
Mädchen + Knaben zusammen	168	1300^4	7^74	--	--

SAP = 1.252^54

NS

Knaben

Jahre	n	($\bar{x}$)	$\bar{x}$	(XX)	SAQ	S ²	log S ²	
4	10	614	61.4	37.880	180.4	20.04	1.30103	
5	10	620	62.0	38.546	106.0	11.78	1.07188	
6	10	638	63.8	40.736	31.6	3.51	0.54531	n=8; $\chi^2_{\text{emp}}=9.134$,
7	9	575	63.9	36.753	16.9	2.11	0.32428	p) 30 %
8	10	651	65.1	42.471	90.9	10.10	1.00432	
9	10	673	67.3	45.331	38.1	4.23	0.62634	
10	10	669	66.9	44.787	30.9	9.13	0.96047	
11	9	616	68.4	42.244	82.2	10.28	1.01284	
12	10	685	68.5	46.979	56.5	6.28	0.79796	

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	p	SPA=562.48
Zwischen Altersklassen	8	558.5	69.81	8.70	0.1 %	
Innerhalb Altersklassen	79	633.5	8.02	--	--	$\chi^2=0.9534(+7.98)+$
Gesamt - Varianz	87	1192.0	13.70	--	--	65.24
Lineare Komponente	1	536.3	536.30	70.38	--	
Reduzierte Varianz	86	655.7	7.62	--	--	
Abweichung v. Linearität	7	22.2	3.16	--	--	

NS Mädchen 1°0553 t + 55°39

Knaben 1°0553 t + 56°82

Mädchen

Jahre	n	(X)	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	S ²	logS ²
4	10	588	58°8	342618	43°6	4°84	0°68485
5	10	593	59°3	352199	34°1	3°79	0°57864
6	10	624	62°4	38.998	60°4	6°71	0°82672
7	9	572	63°6	36.402	48°2	6°03	0°78032
8	10	641	64°1	41.173	84°9	9°43	0 97451
9	10	656	65°6	43°128	94°4	10°49	1°02119
10	10	660	66°0	43°586	26°0	2°89	0°46090
11	10	661	66°1	43°761	68°9	7°66	0°88423
12	10	687	68°7	472273	76°1	8°46	0°92737

n = 8; $\chi^2_{emp} = 6.149$ p > 50 %

Varianz Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Zwischen Altersklassen	8	847°2	105°90	15°78	0°1% $\chi^2_{SPA} = 692°16$
Innerhalb Altersklassen	80	536°6	6°71	--	-- $\chi^2 = 1°1555 (+8°01)$
Gesamt-Varianz	88	1383°8	15°73	--	-- $+63°84$
Lineare Komponente	1	799°8	799°80	100°0	0°1%
Reduzierte Varianz	87	584°0	6°71	--	--
Abweichung von Linearität	7	47°4	6°77	121	--

NS

Prüfung auf gemeinsame Regression

	n	SAQ	MAQ	F/emp	p
Abweichung	2	111'6	58'80	8'20	0'1 %
getrennte Regression	173	1239'7	7'17	--	--
gemeinsame Regression	175	1351'3	7'72	--	--

Prüfung auf Gleichheit der Regressions - Koeffizienten

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	F/emp	p
Abweichung	1	12'21	12'10	1'69	--
getrennte Regressionen	173	1239'7	7'17	--	--
gemittelte Regression	174	1251'8	7'19	--	--

$$b =, 1'0553$$

OcP - MP Mädchen 16°67° 16°43°
Knaben 16°13°

Mädchen

Jahre	n	[X]	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	S ²	log S ²	
4	10	169	16°9	3.073	216°9	24°10	1°38202	
5	10	177	17°7	3.392	260°1	28°90	1°46090	
6	10	159	15°9	2.601	72°9	8°10	0°90849	n=8; $\bar{x}$ = 6°385
7	9	163	18°1	3.113	160°9	20°11	1°30320	p>50%
8	10	146	14°6	2.266	134°4	14°93	1°17319	
9	10	164	16°4	2.836	146°4	16°27	1°21219	
10	10	182	18°2	3.442	129°6	14°40	1°15836	
11	10	170	17°0	2.986	96°0	10°70	1°02938	
12	10	154	15°4	2.626	254°4	28°27	1°45179	
Varianz-Komponente					n	SAQ	MAQ	F/emp p $\bar{X}$ = 16°67
Zwischen Altersklassen					8	120°20	15°00	-- - S $\bar{x}$ = 0°455
Jnnerhalb-Altersklassen					80	1471°6	18°40	-- - Δ = $\pm$ 0°907
Gesamt - Varianz					88	1591°6	18°09	-- -

OcP - MP*

KNABEN

Jahre	n	(X)	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	S ²	log S ²
4	10	139	13'9	2.081	148'9	16'54	1'21748
5	10	178	17'8	3.358	189'6	21'07	1'32428
6	10	169	16'9	3'049	192'9	21'43	1'33041
7	9	160	17'8	2'990	145'6	18'19	1'26007
8	10	168	16'8	2'988	165'6	18'40	1'26482
9	10	175	17'5	3'211	148'5	16'50	1'21748
10	10	144	14'4	2'140	66'4	7'38	0'86806
11	9	134	14'9	2'104	108'9	13'61	1'13354
12	10	157	15'7	2'541	76'1	8'46	0'92737

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	X= 16 18
Zwischen Altersklassen	8	176'6	22'08	1 40	- $S_{\bar{X}} = 0 423$
Innerhalb Altersklassen	79	1242'5	15'73	--	- $\Delta = \pm 0 843$
Gesamt-Varianz	87	1419'1	16'31	--	-

OoP - MP *

KNABEN

Jahre	n	(X)	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	s^2	$\log s^2$	
4	10	139	13'9	2.081	148'9	16'54	1'21748	
5	10	178	17'8	3.358	189'6	21'07	1'32428	$n=8; \chi^2_{\text{emp}} 4'555$
6	10	169	16'9	3'049	192'9	21'43	1'33041	$p > 80\%$
7	9	160	17'8	2'990	145'6	18'19	1'26007	
8	10	168	16'8	2'988	165'6	18'40	1'26482	
9	10	175	17'5	3'211	148'5	16'50	1'21748	
10	10	144	14'4	2'140	66'4	7'38	0'86806	
11	9	134	14'9	2'104	108'9	13'61	1'13354	
12	10	157	15'7	2.541	76'1	8'46	0'92737	

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P -
					$\bar{X} = 16'18$
					$S_{\bar{X}} = 0'423$
Zwischen Altersklassen	8	176'6	22'08	1'40	-- $\Delta_{\pm} 0'843$
Innerhalb Altersklassen	79	1242'5	15'73	--	--
Gesamt-Varianz	87	1419'1	16'31	--	--

OcP - M P 女

Varianz innerhalb Altersklassen

$n = 159$

$SAQ = 2714.1$

$S^2 = 17.07; \log S^2 = 1.23224$

$n = 17; \chi^2_{\text{emp}} = 11.549; p > 80 \%$

Vergleich Mädchen - Knaben

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	p
Zwischen Stichproben	17	307.3	18.08	1.06	-
Innerhalb Stichproben	159	2714.1	17.07	—	-
Gesamt - Varianz	176	3021.4	17.17	—	-

$\bar{X} = 16.43^\circ$

UK - Ast

Knaben

Jahre	n	$\sum X$	$\bar{X}$	$\sum XX$	SAQ	S^2	$\log S^2$
4	10	337	33.7	11.601	244.1	27.12	1.43297
5	10	372	37.2	14.152	313.6	34.84	1.54158
6	10	383	38.3	15.011	342.1	38.01	1.58092
7	9	349	38.8	13.835	301.6	37.69	1.57634
8	10	411	41.1	17.205	312.9	23.66	1.37475
9	10	394	39.4	15.838	314.4	34.93	1.54158
10	10	427	42.7	18.379	146.1	16.23	1.20952
11	9	411	45.7	19.007	238.0	29.75	1.47422
12	10	473	47.3	22.531	158.1	17.57	1.24551
Varianz - Komponente		n		SAQ	MAQ	Femp	P
Zwischen Altersklasse		8		1.400.3	175.04	10.11	0.1% SPA = 848.76
Innerhalb Altersklassen		80		1.385.7	17.32	-	$\bar{X} = 1.4170(+8.01) + 40.24$
Gesamt - Varianz		88		2.786.0	31.66	-	-
Lineare Komponente		1		1.202.7	1202.70	66.08	0.1%
Reduzierte Varianz		87		1.583.3	18.20	-	-
Abweichung von Linearität		7		197.6	28.23	1.63	-

$$\left. \begin{array}{l} \text{UK - Ast Mädchen} \\ \text{Knaben} \end{array} \right\} X = 1.4397 t + 28.83$$

Mädchen

Jahre	n	[X]	$\bar{X}$	[XX]	SAQ	S^2	$\log S^2$
4	10	334	33.4	11.246	90.4	10.04	1.00000
5	10	338	33.8	11.656	231.6	25.73	1.40993
6	10	392	39.2	15.624	257.6	28.62	1.45637
7	9	354	39.3	14.016	92.0	11.50	1.06070
8	10	424	42.4	18.062	84.4	9.38	0.97220
9	10	430	43.0	18.618	128.0	14.22	1.15229
10	10	422	42.2	17.834	25.6	2.84	0.45332
11	10	445	44.5	19.971	168.5	18.72	1.27184
12	10	442	44.2	19.844	307.6	34.18	1.53403

$$n=8; \bar{X}_{\text{temp}}^2 = 10.612;$$

$$p > 20\%$$

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp.	P
Zwischen Altersklassen	8	1.400.3	175.04	10.11	0,1% SPA=848.76
Innerhalb Altersklassen	80	1.385.7	17.32	-	$\bar{X}=1.4170(+8.01)$ $+40.24$
Gesamt Varianz	88	2.786.0	31.66	-	-
Lineare Komponente	1	1.202.7	1202.70	66.08	0,1%
Reduzierte Varianz	87	1.583.3	18.20	-	-
Abweichung von Linearität	7	197.6	28.23	1.63	-

UK - Ast

Prüfung auf gemeinsame Regression

	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Abweichung	2	20°5	10°25	--	-
getrennte Regressionen	173	4069°4	23°52	--	-
gemeinsame Regression	175	4089°9	23°37	--	-

Jahre	n	[x]	$\bar{x}$
4	20	671	33°6
5	20	710	35°5
6	20	775	38°8
7	18	703	39°1
8	20	835	41°8
9	20	824	41°2
10	20	849	42°5
11	19	856	45°1
12	20	915	45°8

7138

Sph 4 Mädchen: $130^{\circ}15'$
 Knaben : $131^{\circ}63'$ } $130^{\circ}88'$

Mädchen

Jahre	n	(X)	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	S ²	logs ²
4	10	130'9	130'9	172.007	658'9	73'21	1'86451
5	10	127'5	127'5	162.935	372'5	41'39	1'61700
6	10	129'6	129'6	168.184	222'4	24'71	1'39270
7	9	1.177	130'8	154.331	405'1	50'64	1'70415
8	10	130'5	130'5	170.465	162'5	18'06	1'25768
9	10	128'3	128'3	165.117	508'1	56'46	1'75205
10	10	127'9	127'9	164.073	488'9	54'32	1'73480
11	10	133'5	133'5	178.417	194'5	21'61	1'33445
12	10	132'4	132'4	175.706	408'4	45'38	1'65706

n=8 $\bar{X}_{temp}^2 = 7'805$
 $p > 30\%$

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	$P_{\bar{X}} = 130^{\circ}15'$ $S_{\bar{X}} = 0^{\circ}694$ $\Delta = \pm 1^{\circ}383$
Zwischen-Altersklassen	8	331'8	41'48	--	--
Innerhalb-Altersklassen	80	3421'3	42'77	--	--
Gesamt-Varianz	88	3753'1	42'65	--	--

Sph~~X~~

Varianz innerhalb Altersklassen

$$n = 159$$

$$SAQ = 7.623'9$$

$$S^2 = 47'95; \log S^2 = 1'68080$$

$$n = 17; \chi^2_{\text{emp}} = 27'460; p > 5 \%$$

Vergleich Mädchen - Knaben

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	p
Zwischen Stichproben	17	1.270'6	74'74	1'56	--
Innerhalb Stichproben	159	7.623'9	47'95	--	--
Gesamt - Varianz	176	8.894'5	50'54	--	--

$$\bar{X} = 130'88'$$

Sph X

Knaben

Jahre	n	(X)	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	S^2	$\log s^2$
4	10	1256	125'6	158.048	294'4	32'71	1'51455
5	10	1292	129'2	167.124	197'6	21'96	1'34242
6	10	1314	131'4	173.106	446'4	49'60	1'69548
7	9	1201	133'4	160.521	254'2	31'78	1'50243
8	10	1353	135'3	184.565	1504'1	167'12	2'22272
9	10	1355	135'5	184.027	424'5	47'17	1'67394
10	10	1295	129'5	167.943	240'5	26'72	1'42651
11	9	1207	134'1	162.517	644'9	80'61	1'90634
12	10	1310	131'0	171.806	196'0	21'78	1'33846

$$n=8; \chi_{\text{emp}}^2 = 18.766;$$

$$p > 2\%$$

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	p
Zwischen Altersklassen	8	842'0	105'25	1'98	--
Innerhalb Altersklassen	79	4.202'6	53'20	--	--
Gesamt-Varianz	87	5'044'6	57'98	--	--
				$\bar{X} =$	131'63'
				$S_{\bar{X}} =$	0'777
				$\Delta =$	1'549

F 4

Knaben

Jahre	(X)	n	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	S ²	logs ²	
4	819	10	81'9	67'133	56'9	6'32	0'80072	
5	811	10	81'1	65'893	120'9	13'43	1'12710	
6	814	10	81'4	66'460	200'4	22'27	1'34830	$\chi^2_{emp} = 11'455;$
7	735	9	81'7	60'057	32'0	4'00	0'60206	P > 10 %
8	784	10	78'4	61'554	88'4	9'82	0'99211	
9	780	10	78'0	60'902	62'0	6'89	0'83822	
10	812	10	81'2	65'996	61'6	6'84	0'83506	
11	727	9	80'8	58'891	165'6	20'69	1'31597	
12	820	10	82'0	67'386	146'0	16'22	1'20952	

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P -
Zwischen Altersklassen	8	174'5	21'81	1'85	--
Innerhalb Altersklassen	79	933'8	11'82	--	--
Gesamt - Varianz	87	1.108 3	12'74	--	--

$$\bar{X} = 80'70$$

$$S_{\bar{X}} = 0'366$$

$$\Delta = \pm 0'729$$

<u>F4</u>	Mädchen	81°18'	} 80°94'
	Knaben	80°70'	

Mädchen

Jahre	(X)	$\bar{X}$	n	(XX)	SAQ	S ²	logs ²
4	822	822	10	67.624	55'6	6'18	0'79099
5	810	810	10	65.708	98'0	10'89	1'03743
6	833	833	10	69.793	404'1	44'90	1'65229
7	721	80'1	9	57.853	92'9	11'61	1'06446
8	808	808	10	65.374	87'6	9'73	0'98811
9	809	809	10	65.517	68'9	7'66	0'88423
10	802	802	10	64.422	101'6	11'29	1'05308
11	813	813	10	66.225	128'1	14'23	1'15229
12	807	807	10	65.215	90'1	10'01	1'00000

Bartlett=Test:

$\chi^2 = 8;$

$\chi^2_{\text{Temp}} = 14'728$

P > 5 %

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Zwischen Altersklassen	8	80'2	10'03	---	---
Innerhalb Altersklassen	80	1126'9	14'09	---	---
Gesamt-Varianz	88	1207'1	13'72		

$\bar{X} = 81'18''$

$S_{\bar{X}} = 0'397$

$\Delta = 20'791$

F 4

Varianz innerhalb Altersklassen

$$n = 159$$

$$SAQ = 2^{\circ}60'7$$

$$S^2 = 12^{\circ}96; \log S^2 = 1^{\circ}11257$$

$$n=17; \chi^2_{\text{emp}} = 26^{\circ}834; p > 5\%$$

Vergleich Mädchen - Knaben

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	p
Zwischen Stichproben	17	264'7	15'57	1'20	--
Innerhalb Stichproben	159	2060 7	12'96	---	--
Gesamt - Varianz	176	2.325'4	13'21	---	--

$$\bar{X} = 80^{\circ}94'$$

UK - Körper

Knaben

Jahre	n	(X)	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	S ²	logs ²
4	10	606	60'6	36.900	176'4	19'62	1'29226
5	10	632	63'2	40.078	135'6	15'07	1'17898
6	10	646	64'6	41.882	150'4	16'71	1'22272
7	9	603	67'0	40.661	260'0	32'50	1'51188
8	10	686	68'6	47.258	198'4	22'04	1'34242
9	10	702	70'2	49.358	77'6	8'62	0'93551
10	10	692	69'2	47.966	79'6	8'84	0'94645
11	9	629	69'9	44.075	114'9	14'36	1'15836
12	10	713	71'3	50.907	70'1	7'79	0'89154

$$n=8; \chi^2_{\text{emp}} = 8'001; P > 30\%$$

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Zwischen Altersklassen	8	1.046'1	130'76	8'18	0'1 % SPA= 744'30
Innerhalb Altersklassen	79	1.263'0	15'99	--	--
Gesamt-Varianz	87	2.309'1	26'54	--	x=1'2616(+ -- 7'98)+67'15
Lineare Komponente	1	939'0	939'00	58'95	--
Reduzierte Varianz	86	1.370'1	15'93	--	--
Abweichung v.Linearität	7	107'1	15'30	--	--

UK - Körper Mädchen 1'3051 t+55'18 Knaben 1'3051t + 56'74

Mädchen

Jahre	n	(X)	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	S ²	logs ²
4	10	593	59'3	35.201	36'1	4'01	0'60314
5	10	599	59'9	36.055	174'9	19'43	1'28780
6	10	658	65'8	43.474	177'6	19'73	1'29447
7	9	588	65'3	38.556	140'0	17'50	1'24304
8	10	649	64'9	42.359	238'9	26'54	1'42325
9	10	671	67'1	45.317	292'9	32'54	1'51188
10	10	672	67'2	45.268	109'6	12'18	1'08636
11	10	713	71'3	50.965	128'1	14'23	1'15229
12	10	698	69'8	49.054	333'6	37'07	1'56937

n=8; $\chi^2_{temp}=12'593$;
P > 10%

Varianz Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Zwischen Altersklassen	8	1.277'1	159'64	7'83	0'1% SPA=807'37
Innerhalb Altersklassen	80	1.631'7	20'40	--	-- $x=1'3479(+8'01)$ +65'63
Gesamt-Varianz	88	2.908'8	33'05	--	--
Lineare Komponente	1	1.088'2	1088'20	51'99	0'1%
Reduzierte Varianz	87	1.820'6	20'93	--	--
Abweichung v.Linearität	7	188'9	26'99	--	--

UK Körper

Prüfung auf gemeinsame Regression

Varianz Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Abweichung	2	123 7	61'85	3'35	5'0 %
getrennte Regressionen	173	3.190 7	18'44	---	---
gemeinsame Regression	175	3.314 4	18'94	---	---

Prüfung auf Gleichheit der Regressions - Koeffizienten

Abweichung	1	2'1	2'10	--	--
getrennte Regressionen	173	3190'7	18'44	--	--
gemittelte Regression	174	3192'8	18'35	--	--

UK - Körper

Varianz innerhalb Altersklassen

$$n = 159$$

$$SAQ = 2894.7$$

$$S^2 = 18.21 \quad \log S^2 = 1.26007 \quad n = 17; \quad T_{temp}^2 = 21.641; \quad P > 20 \%$$

Zusammenfassung Mädchen - Knaben

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Zwischen Altersklassen	8	2.185.4	273.18	14.64	0.1 %
Innerhalb Altersklassen	168	3.134.5	18.66	---	---
Gesamt-Varianz	176	5.319.9	30.23	---	---
Lineare Komponente	1	2.005.5	2.005.50	>100.0	0.1 %
Reduzierte Varianz	175	3.314.4	18.94	1.38	---
Abweichung v. Linearität	7	179.9	25.70	---	---

Prüfung der Zusammenfassung

Abweichung	9	239.8	26.64	1.46	---
Mädchen + Knaben getrennt	159	2.894.7	18.21	---	---
Mädchen + Knaben zusammen	168	3.134.5	18.66	---	---
Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P

$$SAP = 1.549.38$$

Gon ✕

KNABEN

Jahre	n	(X)	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	S^2	$\log S^2$
4	10	1271	127'1	161 683	138'9	15'43	1'18752
5	10	1265	126'5	160 207	184'5	20'50	1'31175
6	10	1278	127'8	163 518	189'6	21'07	1'32428
7	9	1140	126'7	144 468	68'0	8'50	0'92942
8	10	1256	125'6	157 856	102'4	11'38	1'05690
9	10	1272	127'2	161 820	21'6	2'40	0'38021
10	10	1271	127'1	161 717	172'9	19'21	1'28330
11	9	1148	127'6	146 664	230'2	28'78	1'45939
12	10	1273	127'3	162.445	392'1	43'57	1'63949

$$n = 8 \quad \chi^2_{\text{emp}} = 19'019 \quad p > 2\%$$

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P	-
Zwischen Altersklassen	8	33'8	4'23	--	--	
Innerhalb Altersklassen	79	1.500'2	18'99	--	--	
Gesamt-Varianz	87	1534'0	17'63	--	--	

$$\begin{aligned} X &= 126'98 \\ S_{\bar{X}} &= 0'465 \\ \Delta &= 0'927 \end{aligned}$$

<u>Gon</u> $\bar{X}$	Mädchen	126'00'	} 126'49'
	Knaben	126'98'	

Mädchen

Jahre	n	($\bar{X}$)	$\frac{1}{X}$	($\bar{X}\bar{X}$)	SAQ	S^2	Log_2^2	
4	10	1277	127'7	163.179	106'1	11'79	1'07188	
5	10	1248	124'8	155.862	111'6	12'40	1'09342	$n=8; \chi^2_{\text{emp}} =$
6	10	1254	125'4	157.302	50'4	5'60	0'74819	10'650
7	9	1141	126'8	144.755	101'6	12'69	1'10380	$p > 20\%$
8	10	1263	126'3	159.617	100'1	11'12	1'04532	
9	10	1245	124'5	155.153	150'5	16'72	1'22272	
10	10	1284	128'4	165.184	318'4	35'38	1'54900	
11	10	1242	124'2	154.522	265'6	29'51	1'46982	
12	10	1260	126'0	158.894	134'0	14'89	1'17319	

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	p
Zwischen-Altersklassen	8	165'7	20'71	1'24	--
Innerhalb Altersklassen	80	1.338'3	16'73	--	--
Gesamt-Varianz	88	1504'0	17'09	--	--

$$\begin{aligned}\bar{X} &= 126'00'' \\ S_{\bar{X}} &= 0'434 \\ \Delta &= \pm 0'865\end{aligned}$$

Gon χ

Varianz innerhalb Altersklassen

$$n = 159$$

$$SAQ = 2838.5$$

$$S^2 = .17.85; \quad \log S^2 = 1.25165$$

$$n = 17; \quad \chi^2_{temp} = 30.068; \quad p > 2\%$$

Vergleich Mädchen - Knaben

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Zwischen Stichproben	17	241.7	14.22	---	---
Innerhalb Stichproben	159	2838.5	17.85	---	---
Gesamt Varianz	176	3080.2	17.50	---	---

$$\bar{X} = 126, 49^{\circ}$$

S - Ga

Knaben

Jahre	n	(X)	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	S ²	logs ²
4	10	957	95'7	91.799	214'1	23'79	1'37658
5	10	992	99'2	98.608	201'6	22'40	1'35025
6	10	1.022	102'2	104.620	171'6	20'18	1'30535
7	9	938	104'2	97.886	125'6	15'69	1'19590
8	10	1.059	105'9	112.493	344'9	38'32	1'58320
9	10	1.074	107'4	115.482	134'4	14'93	1'17319
10	10	1.112	111'2	123.820	165'6	18'40	1'26482
11	9	1.008	112'0	113.386	490'0	61'25	1'78675
12	10	1.171	117'1	137.265	140'9	15'66	1'19590

$$n=8; \sigma_{\text{emp}}^2 = 8'303$$

$$p > 30\%$$

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Zwischen Altersklassen	8	3.542'0	442'75	17'59	0'1 % SPA=1.432'11
Innerhalb Altersklassen	79	1.988'7	25'17	--	--
Gesamt-Varianz	87	5.530'7	63'57	--	--X=2'4275(+7'98)+ 106'06
Lineare Komponente	1	3.476'5	3.476'50	100'0	--
Reduzierte Varianz	86	2.054'2	23'89	--	--
Abweichung v. Linearität	7	65'5	9'36	--	--

S - Ga Mädchen 2*3638 t+84*77 Knaben 2*3638t + 87*20

Mädchen

Jahre	n	(X)	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	S ²	logs ²
4	10	928	92'8	86.266	147'6	16'40	1'21 484
5	10	948	94'8	90.122	251'6	27'96	1'44716
6	10	1.028	102'8	106.084	405'6	45'07	1'65418
7	9	917	101'9	93.529	96'9	12'11	1'08279
8	10	1.037	103'7	107.791	254'1	28'23	1'45025
9	10	1.073	107'3	115.253	120'1	13'34	1'12285
10	10	1.081	108'1	116.901	44'9	4'99	0'69810
11	10	1.092	109'2	119.398	151'6	16'84	1'22531
12	10	1.125	112'5	126.865	302'5	33'61	1'52634

$$n=8; \bar{X}_{emp}^2=13'782;$$

$$p > 5\%$$

Varianz-Komponente	N	SAQ	MAQ	Femp	P
Zwischen Altersklassen	8	3.417'9	427'24	19'25	0'1% SPA=1.378'30
Innerhalb Altersklassen	80	1.774'9	22'19	--	--
Gesamt-Varianz	88	5.192'8	59'01	--	$\bar{X}=2'3010(+8'01)$ + 103'70
Lineare Komponente	1	3.171'3	3.171'30	100'0	0'1%
Reduzierte Varianz	87	2.021'5	23'24	--	--
Abweichung v.Linearität	7	246'6	35'23	1'59	--

S - Ga

Varianz innerhalb Altersklassen

n = 159

SAQ = 3.763*6

$S^2 = 23.67$ $\log S^2 = 1.37475$ $n = 17$; $\chi^2_{\text{emp}} = 22.460$; $p > 10\%$

Zusammenfassung Mädchen und Knaben

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Zwischen-Altersklassen	8	6.826*1	853*26	34*58	0*1%
Innerhalb-Altersklassen	168	4.143*9	24*67	---	---
Gesamt-Varianz	176	10.970*0	62*33	---	---
Lineare Komponente	1	6.581*9	6581*90	>100*0	0*1%
Reduzierte Varianz	175	4.388*1	25*07	---	---
Abweichung v. Linearität	7	244*2	34*89	1*41	---

Prüfung der Zusammenfassung

Varianz Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Abweichung	9	380*3	42*26	---	---
Mädchen + Knaben getrennt	159	3763*6	23*67	1 79	---
Mädchen + Knaben zusammen	168	4143*9	24*67	---	---

SAP = 2.806*87

S - Ga

Prüfung auf gemeinsame Regression

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp,	P
Abweichung	2	312'4	156'20	6'63	1 0%
getrennte Regressionen	173	4.075'7	23'56	--	--
gemeinsame Regression	175	4.388'1	25'07	--	--

Prüfung auf Gleichheit der Regressions - Koeffizienten

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Abweichung	1	4'6	4'60	--	--
getrennte Regressionen	173	4075'7	23'56	--	--
gemittelte Regression	174	4.080'3	23'45	--	--

ars

Prüfung auf gemeinsame Regression

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	F/emp	p
Abweichung	2	34'2	17'10	1'55	--
getrennte Regressionen	173	1913'2	11'06	--	--
gemeinsame Regression	175	1947'4	11'13	--	--

Jahre	n	(x)	$\bar{x}$
4	20	543	27'2
5	20	546	27'3
6	20	588	29'4
7	18	560	30'0
8	20	597	29'9
9	20	624	31'2
10	20	629	31'5
11	19	595	31'3
12	20	681	34'1

A R S

Prüfung auf gemeinsame Regression		MAQ	Temp	P	
Abweichung	n 2	SAQ 34'2	17'10	1'55	---
getrennte Regressionen	173	1.913'2	11'06	---	---
gemeinsame Regression	175	1.947'4	11'13	---	---

Jahre	N	(X)	$\bar{X}$
4	20	543	27'2
5	20	546	27'3
6	20	588	29'4
7	18	560	30'0
8	20	597	29'9
9	20	624	31'2
10	20	629	31'5
11	19	595	31'3
12	20	681	34'1

ARS Mädchen }
 Knaben } 0,7479 + + 24*21

Mädchen

Jahre	n	(X)	$\bar{X}$	(XX)	SAQ	S^2	$\log S^2$	
4	10	265	26*5	7.121	98*5	10*94	1.03743	
5	10	267	26*7	7.219	90*1	10*01	1.00000	$n=8; \chi^2_{temp} = 7.869;$
6	10	295	29*5	8.787	84*5	9*39	0.97267	$P > 30\%$
7	9	257	28*6	7.425	86*2	10*78	1.03342	
8	10	305	30*5	9.393	90*5	10*06	1.00432	
9	10	305	30*5	9.325	22*5	2*50	0.39794	
10	10	301	30*1	9.171	110*9	12*32	1.08991	
11	10	316	31*6	10.132	146*4	16*27	1.21219	
12	10	345	34*5	12.037	134*5	14*94	1.17319	

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P	
Zwischen Altersklassen	8	483*7	60*46	5*60	0*1%	SPA=497*16
Innerhalb Altersklassen	80	864*1	10*80	--		$X=0.8300(+8*01)$ $+29*84$
Gesamt Varianz	88	1.347*8	15*32	--		
Lineare Komponente	1	412*6	412*60	38*38	0*1%	
Reduzierte Varianz	87	935*2	10*75	--		
Abweichung von Linearität	7	71*1	10*16	--		

A r s

KNABEN

Jahre	n	($\bar{X}$)	$\bar{X}$	($\overline{XX}$)	SAQ	S^2	$\log S^2$
4	10	278	27*8	7.798	69*6	7*73	0*88818
5	10	279	27*9	7.899	114*9	12*77	1*10721
6	10	293	29*3	8.647	62*1	6*90	0*83885
7	9	283	31*4	8.927	28*2	3*53	0*54777
8	10	292	29*2	8.750	223*6	24*84	1*39445
9	10	319	31*9	10.267	90*9	10*10	1*00432
10	10	328	32*8	10.828	69*6	7*73	0*88818
11	9	279	31*0	8.803	154*0	19*25	1*28556
12	10	336	33*6	11.374	84*4	9*38	0*97220

$n=8; \bar{X}_{\text{emp}} = 11*485;$
 $p \gg 10\%$

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	P
Zwischen Altersklassen	8	350*6	43*83	3*86	0*1%
Innerhalb Altersklassen	79	897*3	11*36	---	--- SPA= 399*07
Gesamt Varianz	87	1247*9	14*34	---	--- $X=0*6764 (+7*98)$ +30*53
Lineare Komponente	1	269*9	269*90	23*74	---
Reduzierte Varianz	86	978*9	11*37	---	---
Abweichung von Linearität	7	80*7	11*53	1*01	---

S-Go

Prüfung auf gemeinsame Regression

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	F/emp	p
Abweichung	2	755	37'75	1'14	-
getrennte Regression	173	5738'9	33'17	--	-
gemeinsame Regression	175	5814'4	33'23	--	-

Jahre	n	(x)	$\bar{x}$
4	20	1074	53'7
5	20	1120	56'0
6	20	1203	60'2
7	18	1062	59'0
8	20	1246	62'3
9	20	1235	61'8
10	20	1307	65'4
11	19	1257	66'2
12	20	1387	69'4
		10.891	

S - Go

Knaben

Jahre	n	[X]	$\bar{X}$	[XX]	SAQ	S^2	$\log S^2$
4	10	557	55.7	31.283	258.1	28.68	1.45788
5	10	574	57.4	33.480	532.4	59.16	1.77232
6	10	603	60.3	36.613	252.1	28.01	1.44716
7	9	537	59.7	32.371	330.0	41.25	1.61595
8	10	611	61.1	37.809	476.9	52.99	1.72428
9	10	596	59.6	35.748	226.4	25.16	1.40140
10	10	671	67.1	45.333	308.9	34.32	1.53529
11	9	595	66.1	39.683	346.9	43.36	1.63749
12	10	713	71.3	50.963	126.1	14.01	1.14613

$n=8; \bar{X}_{emp} = 6.333$
 $p > 50\%$

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	p
Zwischen Altersklassen	8	2.029.2	253.65	7.01	0.1% SPA=1.006.02
Innerhalb Altersklassen	79	2.857.8	36.17	--	$\bar{X}=1.7053(+7.98)$ +62.01
Gesamt-Varianz	87	4.887.0	56.17	--	-
Lineare Komponente	1	1.715.3	1715.30	46.51	-
Reduzierte Varianz	86	3.171.7	36.88	--	-
Abweichung von Linearität	7	313.9	44.84	1.24	-

$$\begin{array}{l}
 \text{S-Go Mädchen} \\
 \text{Knaben}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{S-Go} \\ \text{Knaben} \end{array}} \right\}
 X = 1.7590 t + 47.65$$

Mädchen

Jahre	n	[X]	$\bar{X}$	[XX]	SAQ	S ²	log S ²
4	10	517	51.7	26.941	212.1	23.57	1.37291
5	10	546	54.6	30.230	418.4	46.49	1.66745
6	10	600	60.0	36.322	322.0	35.78	1.55388
7	9	525	58.3	30.809	184.0	23.00	1.36173
8	10	635	63.5	40.541	218.5	24.28	1.38561
9	10	639	63.9	41.081	248.9	27.66	1.44248
10	10	636	63.6	40.488	38.4	4.27	0.63043
11	10	662	66.2	44.134	309.6	34.40	1.53656
12	10	674	67.4	45.824	396.4	44.04	1.64345

$$\begin{array}{l}
 n=8; \chi^2_{\text{emp}} = 12.616; \\
 p > 10\%
 \end{array}$$

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	Femp	p
Zwischen Altersklassen	8	2242.4	280.30	9.55	0,1 % SPA = 1.100.94
Innerhalb Altersklassen	80	2348.3	29.35	-	- X=1.8280(+ 8.01)
Gesamt - Varianz	88	4590.7	52.17	-	- + 61.06
Lineare Komponente	1	2023.50	2023.50	68.57	0,1 %
Reduzierte Varianz	87	2567.2	29.51	-	-
Abweichung von Linearität	7	218.9	31.27	1.07	-

